



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

KONEIDEN KÄYTTÖASTEEN VAIKUTUS SÄILÖREHUN TUOTANTOKUSTANNUKSEEN

TEKIJÄ: Mikko Piippo

Koulutusala			
Luonnonvara- ja ympäristöala			
Koulutusohjelma			
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma			
Työn tekijä(t)			
Piippo Mikko			
Työn nimi			
Koneiden käyttöasteen vaikutus säilörehun tuotantokustannukseen			
Päiväys	13.2.2016	Sivumäärä/Liitteet	39
Ohjaaja(t)			
Viitala Hannu, Paldanius Kalevi			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)			
A-tuottajat oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Suomessa on runsaasti tutkittu muuttuvien kustannusten ja satotason vaikutusta säilörehun tuotantokustannukseen. Vähäisemmällä tutkinnalla sen sijaan on ollut mikä on konekustannusten osuus tuotantokustannukseen ja kuinka se muuttuu, jos käytettävien säilörehunkorjuukoneiden käyttöastetta saataisiin parannettua ilman, että säilörehun D-arvo tavoitteesta tingitään.</p> <p>Tutkimuksessa selvitetään kuinka paljon koneiden käyttöaste vaikuttaa säilörehun korjuun konekustannukseen. Toisena keskeisenä ongelman selvitetään voiko säilörehun korjaamiseen käytettävien korjuupäivien määrään vaikuttaa ja kuinka paljon.</p> <p>Säilörehun keskeisin laatutekijä D-arvo kehittyy ensimmäisessä korjuussa lähinnä lämpösumman mukaan. Lämpösumman noustessa D-arvo laskee keskimäärin 0,53 g/ kg ka yhtä lämpösumma Celsius astetta kohden. D-arvon kehittymiseen voi vaikuttaa kasvilaji ja – lajikevalinnoilla sekä kasvupaikan huomioimisella kasvilajiketta valittaessa. Timotei lajikkeilla on selkeästi erilliset kahden ja kolmen niiton strategioihin sopivat lajikkeet. Lisäksi apilat hidastavat D-arvon alenemista. Myös kasvupaikka ja maalaji vaikuttavat maan lämpenemiseen ja täten ensimmäisen niiton ajoittumiseen.</p> <p>Tutkimus on toteutettu toimintatutkimuksena. Keskeisenä osana tutkimusta laadittiin Excel – taulukkolaskenta-sovellus, jonka avulla selvitettiin konekustannusten muodostumista kolmessa tapauksessa (Case 1-3). Konekustannuksista selvitettiin säilörehun korjuun konekustannus hehtaarille, vuosikustannus sekä ajankäyttö säilörehunkorjuussa.</p> <p>Säilörehun konekustannus vaihtelee paljon riippuen koneiden käyttöasteesta. Pääomakustannuksien hallinta ja niiden jakautuminen riittävän suurelle säilörehun korjuualalle on merkittävin tekijä edullisen konekustannuksen saavuttamiseksi. Työkustannus on kaikissa kolmessa tapauksessa pienin kuluerä kokonaisuudessa, eikä siinä säästäminen juurikaan vaikuttanut säilörehun korjuun kokonaiskustannukseen.</p> <p>Vaikka säilörehun sulavuudesta ei haluta tinkiä, on korjuupäivien lisäämiseen käytössä useita eri keinoja. Tekemällä kasvilaji ja – lajike valinnat oikein voidaan jakaa säilörehun korjuualat esimerkiksi kahteen erilliseen korjuurytmiin. Parhaat ja tuottavimmat pellot korjataan kolmen niiton strategialla ja loput kahden niiton strategialla. Säilörehun tekemisen kriittinen kohta on ensimmäinen korjuu, joka määrää toisen ja mahdollisen kolmannen niiton ajankohdan. Täten ensimmäisessä niitossa saavutettu eriaikaisuus säilyy jälkikasvusatojen korjuussa.</p>			
Avainsanat			
Säilörehu, D-arvo, tuotantokustannus, konekustannus, käyttöaste			

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Program in Agriculture and Rural Development			
Author(s) Piippo Mikko			
Title of Thesis Machines utilization effect on silage production cost			
Date	13.2.2016	Pages/Appendices	39
Supervisor(s) Viitala Hannu, Paldanius Kalevi			
Client Organisation /Partners A-tuottajat oy, A-Farmers Ltd			
<p>Abstract</p> <p>In Finland there are many studies on silage production and the cost of production and what these things affect. The machine cost in silage production has been studied only a little. And we do not know how machine cost changes, if we can use the machinery more. And all this without a negative effect on D-value.</p> <p>In this study I tried to find out two things: can we get more days to harvesting silage and how silage cost change if we can use our machinery more or less than today.</p> <p>The main quality indicator in silage production is D-value. In spring harvesting total of temperature order D-value. D-value goes down on average 0,53 g/kg of dry matter / Celsius degree. Plant species, plant variety choices as well as habitat selection can affect silage digestibility. Timothy has two and three collection varieties. Clover slows down the decrease in D-value. Habitat and soil type affect how field warm up and when spring harvesting is ready.</p> <p>The study was done with an Excel –application to find out machinery cost in silage production. The costs were calculated based on three case examples. The application presents the results as cost per hectare, cost per year and how much time it takes to do all your silage.</p> <p>Silage machine cost depends on how much you use the machinery. The capital costs is the most important cost of silage machine cost. When the cost of capital is spread to a bigger land area, the cost per hectare goes down. The salary is only a small expense in silage production. Salary savings will not affect the total cost of silage production.</p> <p>According to the results silage harvesting days can be increase without a drop in D-value. By selecting plants correctly can farmer divide fields into two different harvesting strategies. The best fields are harvested according to the three harvesting strategy and other fields according to two harvesting strategy. The most difficult point is spring harvesting. The second and third harvesting depends on the first harvesting.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Silage, D-value, production cost, machinery cost</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	LAADUKKAAN SÄILÖREHUN TUOTTAMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ.....	6
2.1	D-arvon kehitys ja siihen vaikuttaminen ensimmäisessä korjuussa	6
2.2	D-arvon kehitys jälkikasvussa	7
2.3	Kasvilaji ja -lajike valintojen vaikutus D-arvon kehitykseen	7
2.3.1	Timotei	7
2.3.2	Nurmi- ja ruokonadat	8
2.3.3	Apilat	8
2.4	Sääolosuhteet	9
3	MAATALOUDEN TYÖKONEKUSTANNUSTEN LASKENTA	10
3.1	Työkustannus	11
3.2	Konekustannus	11
3.3	Ajallisuuskustannus	12
4	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA MERKITYS.....	13
4.1	Menetelmät	13
4.2	Luotettavuus	14
5	LASKENTAOHJELMAN LAADINTA KONEKUSTANNUSTEN LASKENTAAN JA VERTAAMISEEN SÄILÖREHUN TUOTANNOSSA.....	14
5.1	Traktorin tuntikustannuslaskelma	14
5.2	Säilörehutuotantokoneiden kustannuslaskelmat	16
5.3	Koneketjujen vertailu.....	17
6	KONEIDEN KÄYTTÖASTEEN VAIKUTUS SÄILÖREHUN KORJUUKUSTANNUKSEEN	20
6.1	CASE 1 – Korjuualan tuplaaminen	21
6.2	CASE 2 – Työvoiman puute	28
6.3	CASE 3 – Yhteistyöllä säilörehun korjuuala suuremmaksi	29
7	TULOKSET	31
7.1	Keinoja korjuukauden jatkamiseen ilman sadon laadun heikkenemistä	31
7.2	Havaintoja konekustannuksista kolmessa keississä	31
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	34
9	PÄÄTÄNTÖ.....	36
10	LÄHTEET	38

Nautakarjataloudessa (maidontuotanto ja naudanlihantuotanto) yksi merkittävimmistä kustannuksista on nurmirehun tuotantokustannus. Suomessa on runsaasti tutkittu säilörehutuotannon muuttuvia kustannuksia ja satotason vaikutusta tilan talouteen. Sen sijaan vähemmällä tutkinnalla on ollut, mikä vaikutus konekustannuksella on tuotantokustannukseen ja kuinka kustannus muuttuu, jos koneiden käyttöastetta saataisiin parannettua. Lisäksi pitäisi selvittää vaikutusta kotieläintuotantokustannukseen, jos tuotannon laajentuessa pitäydytään investoinneista koneisiin ja samalla suunnitelmallisesti lisättäisiin korjuupäiviä kasvilajike ja korjuuajastrategioiden avulla. (PAKARINEN, 2012)

Säilörehun korjuun kustannukset ovat työ-, kone- ja ajallisuuskustannus. Konekustannuksen voi jakaa kolmeen eri osa-alueeseen: Pääoma eli kiinteät kustannukset, työkustannukset, koneiden käytöstä aiheutuvat muuttuvat kustannukset. Jos korjuun tehoa halutaan lisätä koneiden kokoa suurentamalla, tarkoittaa se yleensä suurempaa pääoman tarvetta koneiden hankintaan. Tällöin työnkäyttö ei välttämättä muutu ja samalla työvoimalla saadaan korjattua suurempi rehumäärä. Vastaavasti jos koneisiin sitoutunutta pääomaa ei haluta lisätä, suurempi korjuuala voidaan hoitaa työmäärä lisäämällä. Ajallisuuskustannus aiheutuu sadonmenetyksistä, jos sadonkorjuun ei tapahdu optimiaikaan. (PALVA, 2014) (AHOKAS s. 35)

Säilörehun keskeisin laatutekijä D-arvo kehittyy ensimmäisessä korjuussa lähinnä lämpösumman mukaan. Lämpösumman noustessa D-arvo laskee keskimäärin 0,53 g/ kg ka yhtä lämpösumma Celsius astetta kohden. D-arvon kehittymiseen voi vaikuttaa kasvilaji ja – lajikevalinnoilla sekä kasvupaikan huomioimisella kasvilajiketta valittaessa. Timotei lajikkeilla on selkeästi erilliset kahden ja kolmen niiton strategioihin sopivat lajikkeet. Lisäksi apilat hidastavat D-arvon alenemista. Myös kasvupaikka ja maalaji vaikuttavat maan lämpenemiseen ja täten ensimmäisen niiton ajoittumiseen.

Tavoitteena on selvittää, kuinka paljon koneiden käyttöaste vaikuttaa säilörehun korjuun konekustannukseen. Toisena keskeisenä ongelman selvitetään voiko säilörehun korjaamiseen käytettävien korjuupäivien määrään vaikuttaa ja kuinka paljon.

Tutkimus on toteutettu toimintatutkimuksena. Keskeisenä osana tutkimusta laaditaan Excel – taulukkolaskentasovellus, jonka avulla selvitetään konekustannusten muodostumista kolmessa tapauksessa (Case 1-3). Konekustannuksista selvitetään säilörehun korjuun konekustannus hehtaarille, vuosikustannus sekä ajankäyttö säilörehunkorjuussa.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on A-tuottajat oy:n AtriaNauta palvelu.

Nurmen laadun kannalta työ keskittyy korjuuajan kannalta keskeisimpään tekijään D-arvoon. Suomessa korjuuajankohta ja sadonkorjuun ajoituksen onnistuminen määritetään D-arvon (680–700 g / kg KA) mukaan. Muut säilörehun laatutekijät eivät myöskään ole niin voimakkaasti kytköksissä korjuu aikaan. Konekustannuksia tutkitaan case – esimerkkien kannalta. Säilörehunkorjuuketjuja on Suomessa käytössä niin erilaisia, ettei kaikkien ketjujen tutkiminen ole järkevää tässä työssä.

2 LAADUKKAAN SÄILÖREHUN TUOTTAMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Laadukkaan säilörehun lähtökohta on ensiluokkainen raaka-aine. Suomessa säilörehun laadun keskeisin mittari on D-arvo, joka kuvastaa säilörehussa olevan sulavan orgaanisen aineen määrää kuiva-aineessa. Sulavuus vaikuttaa siihen kuinka paljon nauta voi syödä säilörehua, mikä on sen tuotosvaikutus ja hyväksikäyttö. D-arvo suositus on 680 - 700 g/kg KA, joka koskee sekä lypsykarjaloutta sekä naudanlihantuotantoa, kun pyritään karkearehuvaltaiseen ruokintaan. D-arvon yhden prosenttiyksikön nousu vaikuttaa säilörehun syöntimäärään niin, että esimerkiksi lypsylehmä voi syödä 175 g säilörehun kuiva-ainetta enemmän päivässä. Tämä vastaa tuotosvaikutukseltaan yhtä kilogrammaa viljaa. Tässä opinnäytetyössä säilörehun laadun mittarina käytetään nimenomaan D-arvoa ja lähtöoletuksena käytetään pyrkimystä suositusten mukaiseen D-arvoon. (HYRKÄS, 2012) (HALLIVUORI, 2013) (PELTONEN, 2010 s. 17)

Säilörehun yksi keskeinen laatuominaisuus on rehun raakavalkuaispitoisuus, jonka määrä laskee rehusvuston vanhetessa. Korjuuasteen ohessa raakavalkuaispitoisuuteen vaikuttaa merkittävästi lannoitustaso, satotaso ja käytetyt viljelykasvit. Säilönnällinen laatu ei riipu korjuuasteesta. Siihen vaikuttaa saadaanko sato korjattua hygieenisesti puhtaana ja onnistuuko säilörehun säilöntä tavoitteiden mukaisesti. (AIV, 2015)

2.1 D-arvon kehitys ja siihen vaikuttaminen ensimmäisessä korjuussa

Nurmen kehittymisen tutkimuksissa Suomessa on päädytty kahteen keskeiseen tekijään mitkä vaikuttavat D-arvon kehitykseen kevätsadossa keskeisimmin: lämpösumma ja kasvupaikan maantieteellinen sijainti. Lisäksi D-arvon kehitykseen vaikuttaa maalaji, kasvilaji ja –lajike sekä siemenseosvalinnat. (RINNE, 2002 ss. 29-35)

Lämpösumma toimii luotettavampana ennusteena D-arvolle, kuin kalenteri tai kasvustonäytteiden ottaminen. Myöskään viljelytekniset asiat, kuten lannoituksen ajankohta tai määrä, eivät vaikuta D-arvon kehitykseen niin merkittävästi kuin lämpösumma ja kasvupaikan maantieteellinen sijainti. D-arvo laskee kevätsadossa heinäkasveilla välillä 1-10 g/kg ka riippuen lämpötilasta. Tutkimuksissa D-arvon keskimääräiseksi laskuvauhdiksi on saatu 5 g/kg ka, koska D-arvo alenee 0,53 g/kg ka yhtä lämpösumma Celsius astetta kohden. Puna-apilalla kevätsadossa D-arvon alenema oli keskimäärin puolet hitaampaa kuin heinäkasveilla, eli 0,28 g/kg ka/C⁰ (RINNE, 2002 ss. 29-35) (NOUSIAINEN, 2001 ss. 33-37)

Suomessa on todettu nurmikasvien lämpösummatarpeen pienentyvän itään ja pohjoiseen mentäessä. Tämä ei kuitenkaan vaikuta tilatasolla tilan nurmien korjuurytmiin. Tilatasolla on todettu olevan eroa eri maalajien D-arvon kehittymisessä. Turvemaidella D-arvo voi olla jopa 4 % parempi kuin kivennäismailla. D-arvo kehittyy samalla lailla, mutta keväällä turvemaiden hitaampi lämpeneminen

aiheuttaa viivettä kasvunlähtöön, josta ero johtuu. Tämä tuo noin viikon eron korjuuaikaan. Lisäksi eri lohkojen erot pienilmastoissa voi aiheuttaa eroja kasvunlähtöön, mutta sitä on hankala mallintaa. (RINNE, 2002 ss. 33-34)

2.2 D-arvon kehitys jälkikasvussa

Jälkikasvussa D-arvon kehittymistä on huomattavasti vaikeampi ennustaa. Jälkikasvun kehittyminen alkaa kun aiempi sato on korjattu. Ensimmäinen korjuu vaikuttaa eniten jälkikasvujen korjuurytmiin. Jälkikasvussa D-arvo ei kehity juurikaan, tai laskee hitaasti. Jossain tapauksissa sulavuus on myös noussut kasvun edetessä. Jälkikasvusta korjatussa nurmessa solunseinäkuitu ja lingiinipitoisuus on pienempi kuin kevätkorjuussa. (RINNE, 2002 ss. 35-37)

Toisen ja mahdolliseen kolmannen sadon muodostumisen aikaan kasvuolot muuttuvat merkittävästi: päivänpituus lyhenee, säteily vähenee ja lämpösumman kehittyminen hidastuu. Vaihtelut eri vuosien välillä voi olla näiden tekijöiden välillä suurtakin. Kasvuolot vaikuttavat kuolevan lehtimassan määrään, jälkiversonnan määrään sekä kuinka paljon nurmi tuottaa kortta. Kasvien jälkiversonnan nopeuteen vaikuttaa onko edellisessä korjuussa säästyneet nurmen kasvupisteet. Jos nämä kasvupisteet vahingoittuvat tai menevät korjatun sadon mukana joutuu uusi kasvu lähtemään sivusilmuista. Kasvupisteiden sijainnilla on eroa, esimerkiksi nurmi- ja ruokonadan kasvupisteet sijaitsevat maanpinnalla suojassa, jolloin järviversonta on nopeaa. Sen sijaan Timotein järviversonta on pääsääntöisesti aina sivusilmuista, jolloin versonta on hidasta. Timotei voi vetäytyä myös hetkeksi lepotilaan jos korjuun jälkeen on ollut poutaa. (PELTONEN, 2010 ss. 26-30)

2.3 Kasvilaji ja -lajike valintojen vaikutus D-arvon kehitykseen

Suomessa monivuotisista nurmesta voi säilörehua tuottaa monista eri kasvilajeista ja lajikkeista. Useimmiten satoa ei tuoteta puhdaskasvustoista vaan seoksista. Nurmiviljelyn kasvilajit jaetaan kahteen pääryhmään: nurmiheinät ja nurmipalkokasvit. Keskeisimmät nurmiheinät on timotei, nurminata ja ruokonata. Lisäksi Suomessa on uusina lajeina muun muassa rainata ja englanninraiheinä. Suomessa viljeltävistä nurmipalkokasveista, joita viljellään säilörehunurmissa, tärkeimmät ovat puna-, alsike- ja valkoapilat. (PELTONEN, 2010 ss. 31-36)

2.3.1 Timotei

Timotei on suomen yleisin heinäkasvi ja sitä viljellään koko Suomen alueella. Timotei on maittava ja talvenkestävä laji joka on varsin vaatimaton kasvupaikan suhteen. Sadonkehitys on natoja hitaampi ja varsinkin jälkikasvussa se jää selvästi natojen kehityksestä. Tämä johtuu siitä, että jälkikasvu lähtee timoteilla versojen juuressa olevista silmuista kun nadoilla se tapahtuu kasvullisista versoista. Matalajuurisenä timotei voi kärsiä kuivuudesta ja kasvi voi painua jopa lepotilaan niiton jälkeen, jos olosuhteet eivät ole suotuisia. (PELTONEN, 2010 s. 32) (KANGAS, 2011)

Lajikkeiden osalta timoteit jaetaan kahteen pääryhmään: Pohjoisen ja eteläisen tyyppin lajikkeet. Eteläisen tyyppin lajikkeille on tyyppillistä parempi jälkikasvukyky verrattuna pohjoisiin lajikkeisiin, mutta vastaavasti talvenkestävyys on huomattavasti huonompi. Pohjoisen tyyppin lajikkeille onkin tyyppillistä aikainen valmistautuminen talveen. Timoteit viljellään tyyppillisesti seoksissa natojen ja apiloiden kanssa. Kolmen niiton strategioissa käytetään tyyppillisesti eteläisen vyöhykkeen lajikkeita, koska kolmen niiton taktikka onnistuu lämpösumman perusteella vain alueilla joilla myös eteläiset lajikkeet viihtyvät. Pohjoisen tyyppin lajikkeet korsiintuvat hitaammin, mutta tuottavat suuremman kuiva-aine sadon kuin eteläisen tyyppin lajikkeet. (KANGAS, 2011) (PELTONEN, 2010 s. 32)

Lähdemateriaalista ei löydy numeraalista eroa pohjoisen ja eteläisen tyyppin timotein kasvuajalle jos lajikkeille on sama D-arvotavoite. Virallisissa lajikekokeissa 1. sadon korjuupäivä on sama. Tällöin D-arvo esimerkiksi eteläiselle lajikkeelle Grinstad on 663 g/kg/ka ja vastaavasti pohjoiselle lajikkeelle Tuure 689 g/kg KA. Keskimääräisissä olosuhteissa normaalin D-arvon kehityksen mukaan (5g/kg ka/pv) Grinstad olisi pitänyt korjata noin viisi vuorokautta aiemmin jotta D-arvo olisi sama kuin Tuure – lajikkeella. (KANGAS, 2011) (LAINE, 2014 s. 206)

2.3.2 Nurmi-ja ruokonadat

Natoja viljellään erittäin paljon yhdessä timotein kanssa. Suurin ero timoteihin on parempi jälkikasvukyky ja poudankestävyys. Nadat ovat timoteita lehtevämpiä ja maittavuudessa ne eivät pärjää timoteille. Sulavuus nadoilla laskee huomattavasti timoteita nopeammin. Lajikevalikoima on huomattavasti suppeampi kuin timoteilla ja eri korjuustrategioissa käytetään samoja lajikkeita. Ruokonadan jälkikasvukyky on nurminataa huomattavasti parempi, joten sen käyttöä suositellaan kolmen niiton strategioihin. (KANGAS, 2011) (PELTONEN, 2010 ss. 32-33)

2.3.3 Apilat

Puna-apila on käytetyin apiloista säilörehunurmissa. Se ei kestä märkyyttä eikä happamuutta, vaan menestyäkseen se vaatii yli 6 pH arvon. Tällöin apilan juurinysträt toimivat ja kasvi saa sidottua ilmakehästä typpeä. Puna-apilaa on perinteisesti viljelty yhdessä timotein kanssa samankaltaisen kasvurytmin vuoksi. Tällöin ensimmäinen sato on timoteivaltainen ja toinen apilavaltainen. Natoja käyttämällä toisen sadon heinäpitoisuutta saa nostettua. Kuivuutta puna-apila kestää hyvin laajan juuristonsa vuoksi. Puna-apilan sulavuus laskee huomattavasti hitaammin kuin nurmiheinien joten apilapitoistennurmien korjuu on puhtaita heinänurmiä myöhemmin. Puna-apila soveltuu korjuustrategioista paremmin kahden niiton korjaukseen, koska syksyllä apilan korjuu on tehtävä hyvissä ajoin elokuun puolella talvehtimisen varmistamiseksi. (PELTONEN, 2010 ss. 32-35)

Valkoapila on heikkosatoisempi kuin puna-apila, mutta toisaalta kestää paremmin useita niittokertoja. Kasvuolosuhteiden suhteen valkoapila ei ole niin vaativa kuin puna-apila, mutta kuivuutta se kestää huonosti. Alsikeapila on valkoapilan tapaan hennompi ja satotasoltaan matalampi kuin puna-

apila. Alsikeapila menestyy myös tiivistyneillä mailla sekä turvemailla. Alsike- ja valkoapiloita viljellään seoksissa puna-apilan tapaan nurmiheinien kanssa. (PELTONEN, 2010 ss. 32-35)

2.4 Sääolosuhteet

Säilörehusta suurin osa korjataan nykyisin esikuivattuna säilörehuna. Esikuivattaminen ei paranna rehun ruokinnallista laatua ja esikuivatuksen hyödyt ovatkin lähinnä työtekniisiä. Suurin etu on, että turhaa veden kuljettamista saadaan vähennettyä. Lisäksi rehu ei jäädy niin voimakkaasti pakkaskaudella ja esikuivatun rehun korjuukoneet ovat tehokkaampia kuin tuoreen rehun korjauskoneet. Esikuivatusajan suositellaan olevan korkeintaan 24 tuntia. Saderiskin ollessa korkea esikuivatusaikaa tulee lyhentää ja niittoaloja pienentää. (AIV, 2015)

Sade aiheuttaa ongelmia sekä rehun laadulle että itse korjuulle. Säilörehun säilyminen perustuu rehun pH-pitoisuuden laskuun mahdollisimman nopeasti säilönnän alkaessa. biologisia säilöntäaineita käytettäessä rehun käyminen ja pH:n lasku perustuu sokerin riittävyyteen käymisen lähteenä. Esikuivauksella sokeripitoisuus nousee kun massasta poistuu vettä. Jos vesi ei poistu tai sade kastelee niitoksen, nurmessa oleva sokeri ei riitä riittävään käymiseen. Korjuussa kastunut pellon pinta vahingoittuu koneiden alla helpommin kuin kuiva pelto. Lisäksi koneiden toiminta kosteissa olosuhteissa ei ole niin sujuvaa kuin kuivissa olosuhteissa. (PELTONEN, 2010 ss. 90-91)

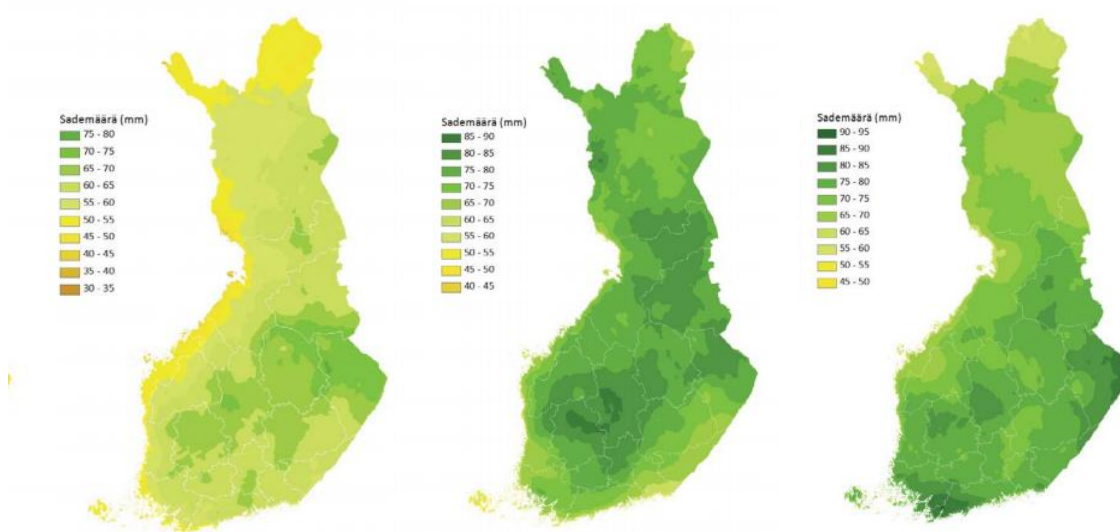
Säätilastoja tutkittaessa on todettu että Suomen ilmastossa vuosittainen vaihtelu on erittäin suurta. Maailman meteorologisen järjestön (WMO) ohjeen mukaan lyhin mahdollinen tarkastelujakso on 30 vuotta jolloin yksittäisten poikkeusvuosien vaikutus keskiarvoihin on riittävän vähäisiä. 30 vuotta on kuitenkin sellainen ajanjakso, että ilmastomuutoksen vaikutus säätilastoihin on vielä vähäinen. (PIRINEN, 2012 s. 7)

TAULUKKO 1 Maaningan Halolan tutkimusaseman säätilasto vuosilta 1981–2010 (PIRINEN, 2012 s. 41)

Kk Month	Suhteellinen kosteus Relative humidity %				Sademäärä Precipitation mm				Sadepäivät Precipitation days				Suurin vrksade Max daily prec. mm	Lumensyvyys Snow depth cm	
	Aika/Time UTC				Karvo Mean	Keskim Mean	Suurin Max	V/Year	Pienin Min	V/Year	Kpl/Number ≥0,1 mm ≥1,0 mm ≥10,0mm			15 p. viim.p. 15th last day	
	00	06	12	18											
3603	MAANINKA HALOLA														
1	88	88	88		44	82,2	1983	15,2	1996	21	11	0	17,4	31	39
2	88	83	87		33	65,6	2001	4,8	1986	17	9	0	18,9	44	47
3	87	71	80		35	80,2	1989	4,0	2005	16	8	0	17,1	49	42
4	79	59	68		30	66,9	1994	5,7	1998	12	7	0	30,0	23	4
5	71	54	60		47	111,9	1988	6,4	1981	13	9	1	42,4	0	-
6	70	55	61		66	147,5	1981	19,2	1992	14	10	2	41,3	-	-
7	75	60	66		77	172,1	1996	9,9	2010	15	10	2	105,0	-	-
8	82	63	76		75	160,7	1987	29,3	2002	16	11	2	51,8	-	-
9	89	70	84		53	128,1	1983	13,1	1990	18	10	1	21,7	-	-
10	90	81	86		55	97,4	1994	10,9	2002	19	11	1	24,8	0	1
11	90	89	90		50	104,4	1996	7,8	1993	20	10	1	19,0	4	10
12	89	89	90		47	97,2	1993	16,4	2002	21	11	1	29,6	15	24
Vuosi/ Year	83	72	78		612	172,1		4,0		202	117	11	105,0		

Oheisesta taulukosta (taulukko 1) voidaan todeta Maaningan Halolan tutkimusaseman säätilasto vuosilta 1981–2010. Tärkeimpien säilörehunteko kuukausien kesä-elokuun aikana on keskimäärin 14–16 sadepäivää kuukautta kohden, jolloin satanut yli 0,1 mm vettä vuorokauden aikana. Näin vähäinen sade ei vaikuta vielä rehun laatuun. Yli 1 mm vuorokauden sadepäiviä on 10–11 vuorokautta kuukautta kohden. Tilasto ei ota kantaa miten sadepäivät jakautuvat kuukauden sisällä. Toisaalta rehunkorjuu aikakin vaihtelee vuosittain johtuen kertyvästä lämpösummasta, joten rehunteolle on vaikea määrittää tarkkaa ajankohtaa vuosittain.

Tarkastellessa kuvioiden 1-3 Suomen karttoja joissa on sadekertymien keskiarvot vuosilta 1981–2010 kuukausittain. Kartat kuvaavat sadekertymää maamme eri osissa kunakin tarkastelu kuukaute-
na. Kesäkuun kartasta (KUVIO 1) voimme havaita, että Maaningan tutkimusasema sijaitsee alueella jossa on keskimäärin suurin sadekertymä vuosittain. Tällöin voimme olettaa, ettei sateen pitäisi olla suurempi ongelma korjuulle kuin se Maaningan tutkimusasemalla on. Heinäkuun karttakuvassa (KUVIO 2) tilanne on hieman eri. Sadekertymä Maaningalla on suurin piirten sama kuin kesäkuussakin, mutta suomessa on myös sateisempia paikkoja. Ero ei ole kokonaiskertymässä kuitenkaan kuin 10 mm koko heinäkuun aikana, joten sateisen ajan määrä ei ole merkittävästi suurempi muualla suomessa kuin Maaningalla. Elokuun säätilastossa (KUVIO 3) Tilanne on heinäkuun kaltainen. Maanin-
kan kertymä on 5 mm kuukaudessa vähemmän kuin sateisimmilla alueella maassamme.



KUVIO 1. Sademäärä kertymä keskimäärin kesä-, heinä- ja elokuussa Suomessa vuosina 1981–2010 (PIRINEN, 2012 s. 76)

3 MAATALOUDEN TYÖKONEKUSTANNUSTEN LASKENTA

Säilörehun korjuun kustannukset ovat työ-, kone- ja ajallisuuskustannus. Konekustannuksen voi jakaa kolmeen eri osa-alueeseen: Pääoma eli kiinteät kustannukset, työ-
kustannukset, koneiden käytöstä aiheutuvat muuttuvat kustannukset. Jos korjuun tehoa halutaan lisätä koneiden kokoa suurentamalla, tarkoittaa se yleensä suurempaa pääoman tarvetta koneiden hankintaan. Tällöin työnkäyttö

ei välttämättä muutu ja samalla työvoimalla saadaan korjattua suurempi rehumäärä. Vastaavasti jos koneisiin sitoutunutta pääomaa ei haluta lisätä, suurempi korjuuala voidaan hoitaa työmäärä lisäämällä. Ajallisuuskustannus aiheutuu sadonmenetyksistä, koska sadonkorjuun tapahdu optimiaikaan. (PALVA, 2014) (AHOKAS s. 35)

Kiinteistä kustannuksista merkittävimmät ovat poisto- ja korkokustannus. Kiinteät kustannukset säilyvät vaikka koneen käyttö lakkaisi, ellei konetta realisoida käypään arvoon. Muuttuvat kustannukset eli käyttökustannukset määräytyvät sen sijaan koneen käytön mukaan. Ajettavilla koneilla keskeisin kulu on poltto- ja voiteluaine kustannus. Traktorikäyttöisten koneiden laskennassa on haasteena kuinka traktorin kustannus huomioidaan laskelmassa. Useimmiten kannattavuutta laskettaessa se sisällytetään koneen muuttuviin kustannuksiin tunti hinnalla joka sisältää kaikki traktorin kustannukset. Konekustannuksista määritetään ensin vuosikustannus, joka jaetaan esimerkiksi hehtaareilla tai käyttötuntimäärällä, josta saadaan haluttu yksikkökustannus. (TERÄVÄINEN, 2014 ss. 127-130)

3.1 Työkustannus

Koneen käyttöön liittyy lähes poikkeuksetta ihmistyötä jolla on arvo vaikka se olisi yrittäjän omaa työtä, eikä se näkyisi suoraan rahamenona, tulee se laskea koneen kustannuksiin. Ihmistyön arvona määritellään yleensä tuntiperusteisena palkkakustannuksella. Palkkakustannus koostuu ajajan palkan lisäksi palkkaan liittyvistä sivukuluista. Hinattavissa koneissa tämä kustannus ei kuitenkaan yleensä ole mukana, koska se on mukana jo vetokoneen kustannuksessa. (TERÄVÄINEN, 2014 ss. 127-131)

3.2 Konekustannus

Kiinteiden kustannusten määrittäminen perustuu koneen hankintahintaan ja käyttöaikaan (poisto-aika). Hankintahintana käytetään yleensä koneen ostohintaa (arvonlisävero 0 %). Käyttöaika määritetään joko teknisenä tai taloudellisenä käyttöaikana. Tekninen käyttöaika on se aika jonka koneen oletetaan kestävän suunnitellussa käytössä normaalien huoltotoimien avulla. Taloudellinen käyttöaika on suunnitelmallisten poistojen mukainen käyttöaika. Koneen jäännösarvo on arvo käyttöajan lopussa. Jäännösarvo lasketaan yleensä prosenttiosuutena koneen hankintahinnasta. **Poisto** lasketaan vähentämällä koneen hankintahinnasta koneen jäännösarvo ja jakamalla erotus käyttöajalla ((hankintahinta-jäännösarvo)/ käyttöaika). (TERÄVÄINEN, 2014 ss. 127-130)

Koneisiin ja laitteisiin sijoitetulle pääomalle tulee saada korvausta, eli korkoa. **Korko** lasketaan esimerkiksi konekustannuksissa hankintahinnan ja jäännösarvon keskiarvolle, jolloin saadaan keskimääräinen vuotuinen korkokustannus. Laskelmissa korkoprosenttina käytetään yleensä viittä prosenttia ((hankintahinta+jäännösarvo)/2 x 5 %). (TERÄVÄINEN, 2014 s. 129)

Koneen ja laitteen **säilytyksen** kustannus koostuu lähinnä varastorakennuksen kustannuksista. Kustannuksen suuruus vaihtelee eri laitteiden välillä niiden tarvittavan säilytyspinta-alan perusteella. Mallilaskelmissa käytetään kerrointa, joka sisältää varastorakennukselle kunnossapitokustannuksen (prosenttia varaston hankinta-arvosta) ja annuiteetin (sisältää koron ja pääoman kulumisen tietylle

poistoajalle). Esimerkiksi yhden prosentin kunnossapitokustannus ja 7,1 % annuiteetti (korko 5 %, poisto aika 25 vuotta) tuottaa 8,1 % säilytyskertoimen. Esimerkiksi varaston hankintahinnan neliöhinta kertaa säilytyskerroin, saadaan säilytyksen kustannus rakennuksen pinta-ala neliötä kohden, joka kertomalla koneen säilytysalalla saadaan vuotuinen säilytyksen kustannus ($8,1 \% \cdot \text{säilytysala} \cdot \text{rakennuksen neliöhinta}$). (TERÄVÄINEN, 2014 s. 129)

Vakuutuskustannusten vaikutus koneiden kiinteisiin kustannuksiin huomioidaan laskelmissa tarvittaessa. Traktoreille ja ajettaville työkoneilla on yleensä konekohtainen vakuutus joka vaihtelee tehon ja hankintahinnan mukaan. vakuutusten hinta nousee kun koneen hankintahinta ja teho nousee. Esimerkiksi traktorin vakuutuskustannus mallilaskelmissa vaihtelee välillä 169 – 440 euroa / vuosi. Yksikkökustannus saadaan jakamalla kiinteät kustannukset vuotuisella käytöllä. (TERÄVÄINEN, 2014 ss. 127-130)

Muuttuvien kustannusten eli käyttökustannuksien laskennassa on huomioitava, onko kyseessä on ajettava työkone vai hinattava laite. Ajettavissa laitteissa, kuten traktori, keskeinen kustannus on poltto- ja voiteluaine kustannus. Tilatason laskelmissa kuluina käytetään toteutuneita kustannuksia, mutta mallilaskelmissa nämä tiedot on vakioitu teholuokittain. Esimerkiksi traktorin keskimääräinen polttoaineen kulutus vaihtelee välillä 4,6 – 20 litraa työtuntia kohden. (TERÄVÄINEN, 2014 ss. 127-130)

Koneen käyttöön liittyy lähes poikkeuksetta ihmistyötä, josta seuraa **työkustannus**. Vaikka yrittäjän oma työ ei näy rahamenona, tulee se laskea koneen kustannuksiin. Ihmistyön arvona määritellään yleensä tuntiperusteisena palkkakustannuksella. Palkkakustannus koostuu ajajan palkan lisäksi palkkaan liittyvistä sivukuluista. Mallilaskelmissa (2015) työn hintana käytetään 16,2 euroa / tunti. Hinattavissa koneissa tämä kustannus ei kuitenkaan yleensä ole mukana, koska se lasketaan vetokoneen kustannuksiin. (TERÄVÄINEN, 2014 ss. 127-131)

Vuotuinen **kunnossapitokustannus** lasketaan prosenttiosuudella koneen hankintahinnasta. Mallilaskelmissa vuotuisena kunnossapitoprosenttina käytetään 3 % kerrointa. Käytännössä kunnossapitoprosentti voi vaihdella konekohtaisesti huomattavasti. Esimerkiksi, kun koneiden käyttöaste on keskimääräistä korkeampi tai koneen käyttöikä on korkea. (TERÄVÄINEN, 2014 ss. 127-130)

3.3 Ajallisuuskustannus

Ajallisuuskustannus kuvaa sitä tappiota joka syntyy sadonmenetyksistä, kun työtä ei voida tehdä optimiaikaan. Säilörehuntuotannossa tappiota syntyy, jos rehu korjataan liian aikaisin, koska määrä jää pieneksi ja korkea D-arvo voi tuoda ruokinnallisia ongelmia. Vastaavasti, jos korjuu myöhästyy ja D-arvo laskee alle optimin, rehun hyväksikäyttö heikkenee, vaikka sadon määrä kasvaakin. Ajallisuuskustannus on kytköksissä konekapasiteettiin. Laskennallinen ajallisuuskustannus laskee, jos koneketjun mitoitus on niin suuri, että sadonkorjuu onnistuu optimiaikaan. Vastaavasti tällöin konekustannus nousee korkeammaksi. (AHOKAS s. 35)

Ajallisuuskustannuksen laskentaan vaikuttaa moni seikka. Hankalaksi kustannuksen selvittämisen tekee vuosittainen vaihtelu. Keskeisin muuttuja on sää. Lisäksi vaikuttaa muun muassa sijainti ja maalaji. Jos tuotteen yksikköhinta on korkea, ajallisuuskustannus kasvaa nopeasti korjuun ollessa optimiajan ulkopuolella ja vastaavasti edullisimmilla tuotteilla vaikutus ei ole niin suuri. Jos nurmi käytetään oman tilan eläimille, ajallisuuskustannus voidaan laskea kustannusten nousuna eläinten ruokinnassa tai tuotostason laskuna. (AHOKAS ss. 35-36)

4 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA MERKITYS

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus pureutua nautakarjatalouden säilörehuntuotannon keskeiseen kustannustekijään, eli säilörehun korjuun konekustannukseen. Kaksi keskeistä kysymystä jotka ohjaavat opinnäytetyön tekemistä ovat:

- Kuinka paljon koneiden käyttöaste vaikuttaa säilörehun korjauksen konekustannukseen?
- Voidaanko säilörehun korjaukseen käytettävissä olevien korjuupäivien määrään vaikuttaa?

4.1 Menetelmät

Tämä opinnäytetyön menetelmänä on toimintatutkimus. Se on laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä. Laadullisen tutkimuksen piirteitä on muun muassa se että tutkija on erittäin lähellä ongelmaa ja ratkaistavana on yksittäinen ongelma joka voidaan mahdollisesti yleistää. Laadullisen tutkimuksen alamuotona tässä opinnäytetyössä on toimintatutkimus. Toimintatutkimuksen ominaispiirteitä on että tutkimus on osa ongelmaa, on käytännönläheistä ja ongelmanratkaisu on osaltaan teoriaa ja käytäntöä. Ratkaisuksi toimintatutkimus tuo vastauksia yksittäistapauksen ongelmiin, joita voi mahdollisesti yleistää. Toimintatutkimusprosessiin kuuluu alan ja asioiden kehittäminen ja muutos tutkimuksen aikana. (RÄSÄNEN) (Kajaanin Ammattikorkeakoulu)

Tutkimuksen ensimmäisessä osassa selvitetään säilörehun laatuun ja korjuu-aikaan vaikuttavia tekijöitä. Tämä osio selvittää keskeisimmät nurmirehun korjuu-aikaan vaikuttavat asiat ja pyrkii selvittämään kuinka paljon korjuukauden pituuteen voi vaikuttaa tilatason valinnoilla. Tässä osiossa pohditaan myös eri korjuustrategioiden käytön mahdollisuutta ilman että D-arvo tavoitteesta tarvitsee tinkä.

Tutkimuksen toisessa osiossa laaditaan **taulukkolaskentasovellus** MicroSoft Excel -ohjelmalla, jolla voi laskea miten tilan talous paranee, kun korjuupäivien määrä lisääntyy. Laskurilla lasketaan rehukorjuuketjujen kuluja tilatasolla. Sovelluksella voi verrata kahden eri korjuuketjun kulurakennetta ja kustannusvaikutusta hehtaarikustannukseen sekä laskea korjuuketjujen ajankäyttöä ja korjuuseen tarvittavaa aikaa.

4.2 Luotettavuus

Luotettavuus kvalitatiivisella tutkimuksella perustuu useaan seikkaan. Keskeisin luotettavuuden piirre raportissa on tehdyn tutkimuksen mahdollisimman tarkka kuvaaminen. Tutkijan tulee välttää liian suurien johtopäätösten vetämistä kesken prosessin ja mieluummin hakea vertailupohjaa muista vastaavista tutkimuksista. Ongelmana toimintatutkimuksen tekemisessä tulee tekijän liian läheinen suhde tutkittavaan aineistoon jolloin kriittisyys voi jäädä liian matalalle tasolle. Luotettavuutta parantaa jos tutkimus on kuvattu niin hyvin että se on toistettavissa. (WILBERG, 2009)

Tämän tutkimuksen keskeisin tuotos on Excel-sovellus konekustannusten laskentaan ja vertaamiseen. Sen toiminnallisuus on tarkastettu ja yksinkertaisesta rakenteestaan johtuen on varsin toimintavarma. Tällöin sovelluksen käyttäjä voi itse tarkistaa, saako samat tulokset kuin tässä työssä, jos käyttää samoja lähtöarvoja.

5 LASKENTAOHJELMAN LAADINTA KONEKUSTANNUSTEN LASKENTAAN JA VERTAAMISEEN SÄILÖREHUN TUOTANNOSSA

Sovelluksen tavoitteena on selvittää tilatason konekustannuksia säilörehun korjuussa. Sovelluksella voidaan verrata kahden eri koneketjun kustannuksia toisiinsa ja laskea rehunkorjuukustannus syöte-tyillä satotiedoilla tuotettua kuiva-aine kilogrammaa kohden. Sovellus laskee myös ajankäyttöä eri menetelmillä annettujen lähtötietojen perusteella ja vertaa ajankäyttöä eri ketjujen välillä. Tulokset laskelma näyttää diagrammeina ja lukuarvoina.

5.1 Traktorin tuntikustannuslaskelma

Sovelluksen rakenne on pyritty pitämään varsin yksinkertaisena toimintavarmuuden takaamiseksi. Laskelmassa on kolme traktorin konekustannuslaskelmaa (Kuvio 2) joilla voi selvittää säilörehukoneiden käyttöön liittyvien traktorien tuntikustannukset. Traktoriyön arvo tulee konekohtaisiin laskelmiin tuntikustannuksena. Traktorikustannus ei siirry automaattisesti, vaan se tulee siirtää numeroarvona manuaalisesti niiden koneiden kustannuksiin, joita kyseisellä traktorilla kuljetetaan.

TRAKTORI 1	VAIHTOVÄLI	
100 hv	6 vuotta	
JÄLLEENHANKINTA-ARVO SI	VAIHTOVÄLI	Kunnossapito % (jälleenhankinta-arvosta)
90 000 €	7200 tuntia	5 %
JÄLLEENHANKINTA-ARVO	JÄÄNNÖS%	JÄÄNNÖSARVO€
72 581 €	50 %	36 290 €
POISTETTAVA PAAOMA	KÄYTTÖTUNTEJA VUODESSA	LASKENTAKORKOKANTA %
36 290 €	1200	5 %
KIINTEÄT KUSTANNUKSET		kustannukset €/tur
POISTO		5,04 €
KORKO		2,27 €
SÄILYTYS	8,1% * 18 m2 *188€/m2	0,23 €
VAKUUTUS		0,20 €
KIINTEÄT KULUT YHTEENSÄ €/VUOSI		7,74 €
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET		
POLTTOAINEEN KULUTUS	6 l/h 0,8 €/l	4,80 €
VOITELUAINEET	0,06 kg/h 2,4 €/kg	0,14 €
Kunnossapito		3,02 €
MUUTTUVAT KULUT YHTEENSÄ €/TUNTI		7,97 €
KIINTEÄT JA MUUTTUVAT KULUT YHTEENSÄ €/TUNTI		15,71 €
AJAJAN PALKKA €/TUNTI	12,00 € /h sivukulut 60,00 % 7,20 €	19 €
KOKONAISKUSTANNUS		34,91 €

KUVIO 2. Traktorin tuntikustannuslaskelma

Laskelman käyttäjä voi täyttää Kuviossa 2 näkyviin keltaisiin ruutuihin omaa tilaa koskevat todelliset luvut. Vaihtoehtoisesti jos suunnitellaan uuden ketjun hankintaa, arvioidaan traktorin kustannukset tarvittavan vetokoneen mukaiseksi. Ensimmäin syötetään koneen hankintahinta, käyttöaika vuosissa, jäännösarvo prosentti sekä vuotuinen käyttö. Tällöin sovellus laskee koneen jäännösarvon ja poistettavan pääoman määrän sekä poisto- ja korkokustannukset kertyvien ajotuntien määrän. Alkutietoihin kuuluu myös kunnossapitoprosentin määrittäminen jälleenhankinta-arvosta sekä korkokannan määrittäminen.

Kuten kuviossa 2 näkyy, annettujen lähtötietojen perusteella sovellus laskee kustannukset sekä käyttötunti että käyttövuotta kohden. Poisto- ja korkokustannuksen laskelma laskee lähtötietojen perusteella. Käyttäjän syötettyä varastointiin tarvittavat neliömetrit ja vakuutuksen kustannuksen kiinteät kustannukset on laskettuna laskelmassa.

Muuttuviin kustannuksiin syötetään poltto- sekä voiteluaineen kulutus ja hintatiedot erikseen. Kunnossapitokustannus tulee lähtötietoihin syötetyn kunnossapitoprosentin perusteella. Tällöin sovelluksessa on nähtävissä muuttuvat kustannukset yhteensä sekä muuttuvat ja kiinteät kulut yhteensä. Lopuksi laskelmaan laitetaan kuljettajan tuntipalkka ja sivukuluprosentti työkustannusten määrittä-

miseksi. Lopputuloksena laskelman alimmalla rivillä on traktorin kokonaiskustannus käyttötuntia ja käyttövuotta kohden. (KUVIO 2)

5.2 Säilörehutuotantokoneiden kustannuslaskelmat

Säilörehunkoneiden kustannukset lasketaan samaan tapaan kuin traktorin tuntikustannuslaskelma aiemmin kuvattiin. Kuten kuviossa 3 on nähtävissä, samalla laskentasivulla ovat vierekkäin kaikki koneketjun koneet. Laskurissa kummallekin koneketjulle on oma laskelma. Tietojen syöttäminen aloitetaan määrittämällä ketjussa olevat koneet ja niiden hankintahinta, käyttöaika sekä jäännösarvo prosentti. Tällöin sovellus laskee automaattisesti koneen jäännösarvon käyttöajan päättyessä.

Koneketju 1										
			Kone 1	Kone 2	Kone 3	Kone 4	kone 5			
			Niittomurskaus 3,2	Karhotin 3,5m	paalain	käärin	0			
Jälleenhankinta-arvo			14000	2500	15000	5000	0			
Käyttöaika			10	10	10	10	10			
jäänösarvo %			20,00 %	20,00 %	20,00 %	20,00 %	20,00 %			
Jäännösarvo	€		2800	500	3000	1000	0			
Vuotuinen käyttö	ha		187,5	187,5	187,5	187,5	0			
käyttö poistoaikana	ha		1875	1875	1875	1875	0			
kunnossapito % (jälleehankinta-arvosta)			10,00 %	5,00 %	10,00 %	5,00 %	2,00 %			
työteho	ha/h		2,5	3	2	2	0,625			
työteho	min/ha		24	20	30	30	96			
käyttö /vuosi	h/v		75	63	93,75	93,75	0			
käyttö poistoaikana	h		750	625	937,5	937,5	0			
<u>Kiinteät kustannukset</u>										
Poisto	v		1120	200	1200	400	0			
Korko	v		420	75	450	150	0			
Säilytys m2	m2		20	5	10	30	0			
säilytys	€/v		304,56	76,14	152,28	456,84	0			
Kiinteät kulut	€/v		1844,56	351,14	1802,28	1006,84	0,00			
Kunnossapito	€/v		1400	125	1500	250	0			
traktorin tuntikustannus	€/h		35,23	35,23	45,25	35,23	45,25			
kustannus traktorista	€/ha		14,09	11,74	22,63	17,62	72,40			
kustannus traktorista	€/v		2642,25	2201,875	4242,1875	3302,8125	0			
kulut yhteensä	€		5886,81	2678,02	7544,47	4559,65	0,00			
kulut €/ha	€/ha		31,396320	14,282747	40,237160	24,318147	0,000000			
kulut €/h	€/h		78,490800	42,848240	80,474320	48,636293	0,000000			

KUVIO 3 Sälörehukoneiden kustannuslaskelmat

Seuraavana kohtana laskelmassa on vuotuisen käytön määrittäminen. Se käydään määrittämässä erillisellä välilehdellä ”koneiden käyttösuunnitelma” (Kuvio 4). Tässä määritetään korjuualat korjuukerroittain ja korjattava satotaso kuiva-aine kilogrammoina. Sovellus laskee kokonaissadot sekä korjuukerroittain, satokasveittain ja yhteensä vuositasona. Satotietojen jälkeen määritetään, mitkä ko-

neet osallistuvat mihinkin korjuukertaan laittamalla korjuuuala niille koneille, joita korjuussa käytetään. Korjuuuala siirtyy automaattisesti koneittain koneketjun kustannuslaskelmiin joka näkyy kuviossa 3.

Koneiden käyttösuunnitelman määrittämisen jälkeen vuotuinen käyttö ja käyttö poistoaikana näkyvät laskelmassa. Seuraavaksi käyttäjä määrittää kunnossapito kustannuksen kirjaamalla kunnossapito prosentin. Kunnossapidon kustannus lasketaan jälleenhankinta-arvosta. Käyttäjän määritettyä koneen tunnissa käsittelemän pinta-alan merkittävimmät lähtötiedot on syötetty. Lisättäviä asioita on koneen säilytykseen tarvitsema pinta-ala sekä traktorin tuntikustannus. Kullekin koneelle syötetään sen traktorin tuntikustannus jolla laitetta vedetään. Traktorin tuntikustannuksen sai laskettua apulaskelmalla ”traktorin tuntikustannus”. (KUVIO 3)

Koneiden käyttösuunnitelma								
Koneketju 1	ha	kg ka/ha	kg ka	Niittomurskaus 3,2	Karhotin 3,5m	paalain	käärin	
1. sato	37,5	3500	131250	37,5	37,5	37,5	37,5	0
2. sato	37,5	2000	75000	37,5	37,5	37,5	37,5	0
3. sato		0	0	0	0	0	0	0
Yht	75	5500	206250					
1. sato	37,5	2000	75000	37,5	37,5	37,5	37,5	0
2. sato	37,5	2000	75000	37,5	37,5	37,5	37,5	0
3. sato	37,5	1500	56250	37,5	37,5	37,5	37,5	0
Yht	112,5	5500	206250					
kuivaheinä	0	1000	0	0	0	0	0	
kokoviljasäilörehu	0	1000	0	0	0	0	0	
oljet	0	1000	0		0	0		
Yht.	187,5		412500	187,5	187,5	187,5	187,5	0

KUVIO 4 Koneiden käyttösuunnitelma

”Koneketju 1” ja ”Koneketju 2” laskelman alaosa on kustannuksen koneittain eriteltynä. Kiinteät kustannukset (poisto, korko, säilytys) on laskettu ensin, johon lisätään sitten kunnossapitokulu sekä traktorista aiheutuvat kustannukset. Tällöin saadaan koneen käyttämisestä aiheutuvat kustannukset vuodessa yhteensä ja jaettuna sekä hehtaari että tuntikustannukseksi.

5.3 Koneketjujen vertailu

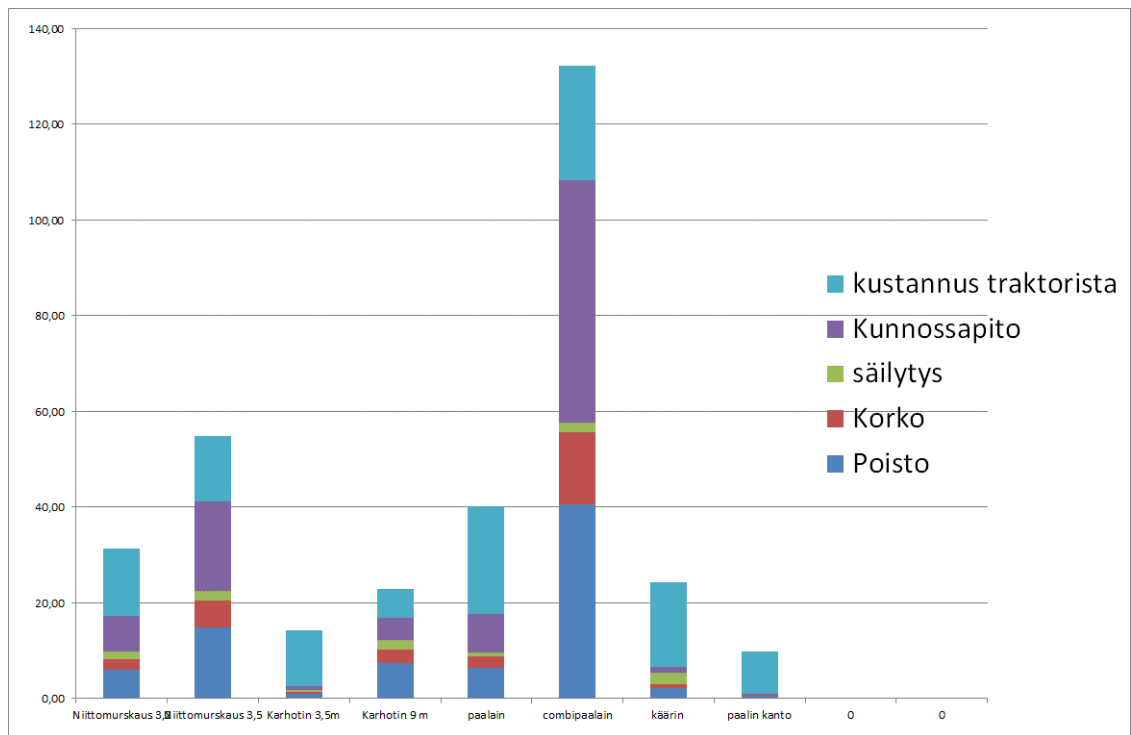
Ohjelmassa verrataan aiemmin syötettyjen koneketjujen tietoja kolmessa eri tulossivussa, ”yhteenveto”, ”grafiikka” ja ”€/kg ka”. Ensimmäinen tulossivu on ”yhteenveto” (KUVIO 5). Tässä sivustossa verrataan samalle konepaikalle merkittyjen koneiden laskelmaan syötettyjen arvojen ja tulosten eroja laskelmariveittäin. Sivulla voi tarkastaa onko syötetyt arvot vertailukelpoisia ja loogisia. Vastaavasti tuloksissa näkyy ero kustannusrakenteessa sekä kustannuksissa niin vuosi, hehtaari kuin tuntikustannuksena tarkasteltuna.

Yhteenveto koneittain									
				Kone 1		Kone 1			erotus
				Niittomurskaus 3,2		Niittomurskaus 3,5			
Jälleenhankinta-arvo				14000,0		28000,0			14000
Käyttöaika				10,0		10,0			0
jäänösarvo %				0,2		0,2			0
Jäännösarvo	€			2800,0		5600,0			2800
Vuotuinen käyttö	ha			187,5		150,0			-37,5
käyttö poistoaikana	ha			1875,0		1500,0			-375
kunnossapito % (jälleehankinta-arvosta)				0,1		0,1			0
työteho	ha/h			2,5		3,5			1
työteho	min/ha			24,0		17,1			-6,857
käyttö /vuosi	h/v			75,0		42,9			-32,14
käyttö poistoaikana	h			750,0		428,6			-321,4
<u>Kiinteät kustannukset</u>									
Poisto	v			1120,0		2240,0			1120
Korko	v			420,0		840,0			420
Säilytys m2	m2			20,0		20,0			0
säilytys	€/v			304,6		304,6			0
Kiinteät kulut	€/v			1844,6		3384,6			1540
Kunnossapito	€/v			1400,0		2800,0			1400
traktorin tuntikustannus	€/h			35,2		47,5			12,27
kustannus traktorista	€/ha			14,1		13,6			-0,52057
kustannus traktorista	€/v			2642,3		2035,7			-606,536
kulut yhteensä	€			5886,8		8220,3			2333,464
kulut €/ha	€/ha			31,4		54,8			23,40551
kulut €/h	€/h			78,5		191,8			113,3156

KUVIO 5 Esimerkki yhteenveto koneittain tulossivusta

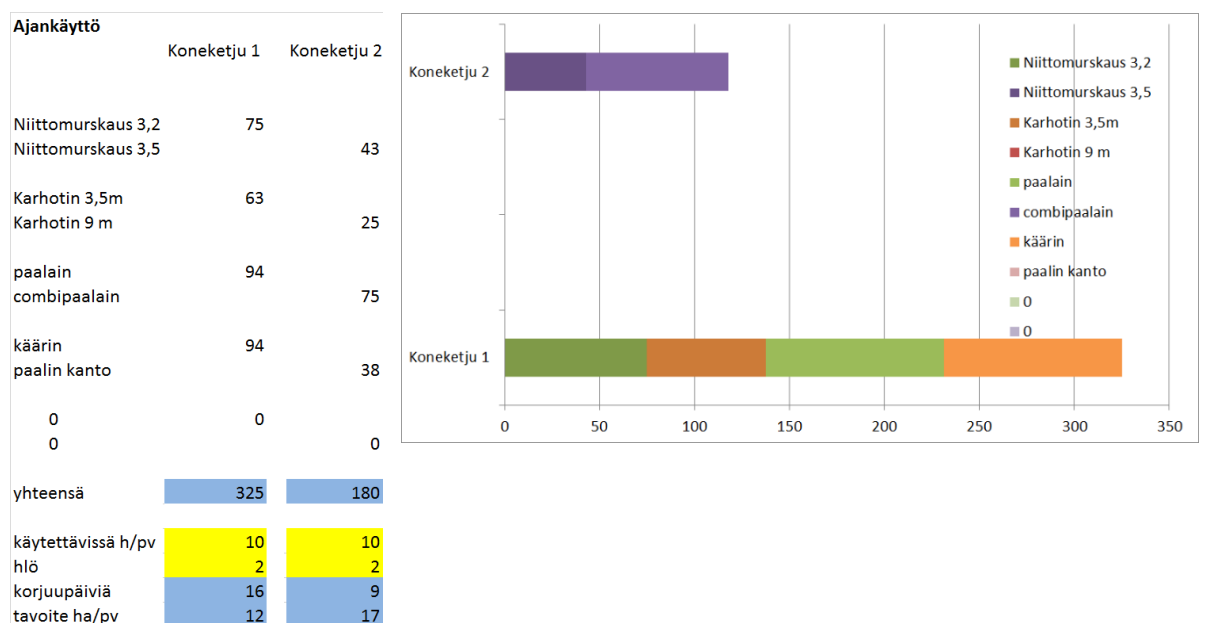
Toisena tulossivuna on ”grafiikka” – tulossivu. Tällä sivulla on kolme keskeistä tarkastelualueita omina taulukoinaan ja graafisina pylväsdiagrammeina. Tässä verrataan ”yhteenveto” sivun tapaan samalla konepaikalla sijaitsevien koneiden kustannuksia vierekkäin. Kustannukset on jaettu sekä taulukkoon että pylväsdiagrammiin kustannuslajeittain hehtaarikustannukseksi jaettuna. (KUVIO 6)

	ha	187,5	150	187,5	150	187,5	150	187,5	150
	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Poisto	v	5,97	14,93	1,07	7,47	6,40	40,53	2,13	0,53
Korko	v	2,24	5,60	0,40	2,80	2,40	15,20	0,80	0,20
säilytys	€/v	1,62	2,03	0,41	2,03	0,81	2,03	2,44	0,00
Kiinteät kulut	€/v	9,84	22,56	1,87	12,30	9,61	57,76	5,37	0,73
Kunnossapito	€/v	7,47	18,67	0,67	4,67	8,00	50,67	1,33	0,33
kustannus trak	€/v	14,09	13,57	11,74	5,87	22,63	23,75	17,62	8,81
kulut yhteensä	€	31,40	54,80	14,28	22,84	40,24	132,18	24,32	9,87



KUVIO 6 Hehtaarikustannuksen vertailu

Keskeinen ongelma maatilojen rehunkorjuussa on ajankäytön hallinta ja arviointi. Kuviossa 9 on ”grafiikka” sivulla oleva taulukko työnkäytöstä suunnitelluilla koneketjuilla. työaika on taulukoitu koneetyppeittäin jolloin voi etsiä kriittisiä pisteitä ajankäytössä. Taulukon alareunaan käyttäjä voi syöttää keskimääräisen rehunkorjuuseen käytettävän työajan päivittäin sekä kuinka monta työntekijää on käytettävissä. Nämä tiedot syötettyään sovellus laskee kuinka monta päivää vuodessa säilörehunkorjuuseen menee ja kuinka paljon päivässä olisi hehtaareita korjattava jotta suunnitelmassa pysyttäisi.



KUVIO 7 Ajankäyttö

Säilörehun tuotantokustannus ilmoitetaan euroina kuiva-ainekiloa kohden. Laskelmassa jaetaan kustannukset ”koneiden käyttösuunnitelma” – sivulla syötettyjen satotietojen perusteella kuiva-aine kiloa kohden. Kuviossa 8 on esimerkki kuinka paljon ilmoitetuilla satotiedoilla rehunkorjaus maksaa. Lisäksi koneketjuja 1 ja 2 voi verrata toisiinsa kokonaisuutena ja työkonelajeittain.

Koneketju 1	ha	kg ka/ha	kg ka	Niittomurskaus 3,2	sato	€/ha	€/kg ka	
1. sato	37,5	3500	131250	37,5	131250	31,40	0,009	1177,36
2. sato	37,5	2000	75000	37,5	75000	31,40	0,016	1177,36
3. sato	0	0	0	0	0	31,40	0,000	0,00
yht	75	5500	206250	75	206250			2354,72
1. sato	37,5	2000	75000	37,5	75000	31,40	0,016	1177,36
2.sato	37,5	2000	75000	37,5	75000	31,40	0,016	1177,36
3.sato	37,5	1500	56250	37,5	56250	31,40	0,021	1177,36
yht	112,5	5500	206250	112,5	206250			3532,09
kuivaheinä	0	1000	0	0	0	31,40	0,000	0,00
kokoviljasäilörehu	0	1000	0	0	0	31,40	0,000	0,00
oljet	0	1000	0	0	0		0,000	
yht.	187,5	0	412500	187,5	412500	31,40	0,014	5886,81
Koneketju 2	0 ha	kg ka/ha	kg ka	Niittomurskaus 3,5	sato	€/ha	€/kg ka	
1. sato	75	3500	262500	75	262500	54,80	0,016	4110,14
2. sato	75	2000	150000	75	150000	54,80	0,027	4110,14
3. sato	0	0	0	0	0	54,80	0,000	0,00
yht	150	5500	412500	150	412500			8220,27
1. sato	0	1000	0	0	0	54,80	0,000	0,00
2.sato	0	1000	0	0	0	54,80	0,000	0,00
3.sato	0	1000	0	0	0	54,80	0,000	0,00
yht	0	3000	0	0	0			0,00
kuivaheinä	0	1000	0	0	0	54,80	0,000	0,00
kokoviljasäilörehu	0	1000	0	0	0	54,80	0,000	0,00
oljet	0	1000	0	0	0		0,000	
yht.	150	0	412500	150	412500	54,80	0,020	8220,27
erotus	-37,500		0,000	-37,500	0,000	23,406	0,006	2333,464
	-20,00 %		0,00 %	-20,00 %	0,00 %	74,55 %	39,64 %	39,64 %

KUVIO 8. Esimerkki tuloksista satotietoihin yhdistettynä

6 KONEIDEN KÄYTTÖASTEEN VAIKUTUS SÄILÖREHUN KORJUUKUSTANNUKSEEN

Koneiden käyttöasteen vaikutusta säilörehun tuotantokustannukseen havainnollistetaan tilaesimerkien avulla (CASE 1-3). Kolmessa eri keississä vertaillaan miten pääomakustannus, muuttuvat kustannukset ja työajantarve muuttuvat erilaisia koneketjuja käytettäessä. Lisäksi määritetään säilö-

hun tuotantokustannus tuotettua kuiva-aine kilogrammaa kohden. Esimerkit on laskettu pyöröpaalusta käyttäville tiloille.

6.1 CASE 1 – Korjuualan tuplaaminen

Ensimmäisessä Case esimerkissä maitotila on laajentanut maidontuotantonsa entisestä 30 lypsylehmästä yhden robotin pihattonavettaan. Entisen tuotannon aikaan vuosittainen korjuuala oli 37 hehtaaria 2 korjuun strategialla korjattuna. Uudella tuotannolla korjuualan arvioidaan nousevan 75 hehtaariin. Tilalla on kaksi traktoria, tehoiltaan 100 hv ja 150 hv, sekä rehunkorjuuseen oma paalausketju. Rehunkorjausketju koostuu 3,2 metrin levyisestä hinattavasta yhdeltäpuolelta niittävästä niittomurskaimesta, yksiroottorisesta karhottimesta, pyöröpaalaimesta ja erillisestä pyöröpaalinkäärijästä. Rehunkorjaukseen on käytettävissä kaksi henkilöä ja kaluston kunto on hyvä eikä sen uusiminen ole vielä muuten ajankohtaista.

Laajentuneen tuotannon rehunkorjaukseen harkitaan investointia tehokkaampaan rehunkorjuuketjuun. Traktoreita ei tarvitsisi vaihtaa, mutta muut koneet uusittaisiin. Niittomurskaimeksi hankittaisiin 3,5 metriä leveä menopalu niittomurskain, karhottimeksi kaksiroottorinen 9 m työleveyden karhotin ja paalaukseen yhdistelmäpaalain. Lisäksi paalit varastoitaisiin peltojen reunaan jonne ne siirrettäisiin paalihaarukan ja paalipihdin yhdistelmällä. Henkilöresurssi olisi sama kaksi henkilöä kuin nykyisinkin.

Nykyisen koneketjun teho ei riitä koko 75 hehtaarin korjaamiseen kertakorjauksella ilman että rehun D-arvo tavoitteesta tingitään. Tila päättää siirtyä kahden erillisen korjuustrategian käyttöön. Puolet korjuualasta 37,5 hehtaaria korjataan kolmen niiton strategialla ja toinen puoli kahden niiton strategialla. Pellot jaetaan kasvukunnon ja kasvupaikan suhteen kahteen eri ryhmään ja niihin perustettavat nurmet kylvetään kyseiseen strategiaan sopivilla siemenseoksilla. Tällöin tilalle saadaan kaksi erillistä korjausjaksoa säilörehujen korjaamiseen. Jos investointi uuteen ketjuun toteutetaan, pidetään entisessä kahden niiton strategiassa.

Nykyisten traktoreiden tuntikustannukset on laskettu sovelluksen traktorin tuntikustannuslaskelman avulla. Kuviossa 9 näkyy kuinka 100 hevosvoimaisen traktorin tuntikustannus muodostuu. Koneen hankintahinta on 72 580 euroa, jäännösarvo puolet hankintahinnasta ja koneella arvioidaan ajettavan vuodessa 1 150 tuntia. Kuljettajan palkka sivukuluineen huomioituna tuntikustannus kyseistä traktorista on 35,23 e.

TRAKTORI 1		VAIHTOVÄLI						
	100 hv		6 vuotta					
JÄLLEENHANKINTA-ARVO Sis ALV		VAIHTOVÄLI		Kunnossapito % (jälleenhankinta-arvosta)				
	90 000,00 €		6900 tuntia		5 %			
JÄLLEENHANKINTA-ARVO		JÄÄNNÖS%		JÄÄNNÖSARVOE				
	72 580,65 €		50 %		36 290,32 €			
POISTETTAVA PAAOMA		KÄYTTÖTUNTEJA VUODESSA		LASKENTAKORKOKANTA %				
	36 290 €		1150		5 %			
KIIINTEÄT KUSTANNUKSET						kustannukset €/tunti	kustannukset €/vuosi	
POISTO						5,26 €	6 048,39 €	
KORKO						2,37 €	2 721,77 €	
SÄILYTYS	8,1% *	18 m2	*188€/m2			0,24 €	274,10 €	
VAKUUTUS						0,21 €	240,00 €	
KIIINTEÄT KULUT YHTEENSÄ €/VUOSI						8,07 €	9 284,27 €	
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET								
POLTTOAINEEN KULUTUS		6 l/h	0,78 €/l			4,66 €	5 361,30 €	
VOITELUAIINEET		0,06 kg/h	2,4 €/kg			0,14 €	165,60 €	
Kunnossapito						3,16 €	3 629,03 €	
MUUTTUVAT KULUT YHTEENSÄ €/TUNTI						7,96 €	9 155,93 €	
KIIINTEÄT JA MUUTTUVAT KULUT YHTEENSÄ €/TUNTI						16,03 €	18 440,20 €	
AJAJAN PALKKA €/TUNTI		12,00 € /h	sivukulut 60,00 %	7,20 €		19 €	22 080 €	
KOKONAISKUSTANNUS						35,23 €	40 520 €	

KUVIO 9. 100 hv traktorin tuntikustannuslaskelma

Tilan käytössä olevan isomman 150 hevosvoimaisen traktorin tuntikustannuksen muodostuminen on esitetty kuviossa 10. Traktori on hieman kalliimpi hankkia, hankintahinta 104 838 euroa, mutta jäännösarvo on sama 50 % jälleenhankintahinnasta. Traktorin vuotuiseksi käytöksi arvioidaan 1 100 tuntia ja kuljettajanpalkka huomioituna tuntikustannus kyseisestä traktorista on 45,23 euroa.

TRAKTORI 2		VAIHTOVÄLI					
150 hv		6 vuotta					
JÄLLEENHANKINTA-ARVO Sis ALV		VAIHTOVÄLI		Kunnossapito % (jälleenhankinta-arvosta)			
130 000,00 €		6600 tuntia		5 %			
JÄLLEENHANKINTA-ARVO		JÄÄNNÖS%		JÄÄNNÖSARVO€			
104 838,71 €		50 %		52 419,35 €			
POISTETTAVA PAAOMA		KÄYTTÖTUNTEJA VUODESSA		LASKENTAKORKOKANTA %			
52 419 €		1100		5 %			
KIIINTEÄT KUSTANNUKSET					kustannukset €/tunti	kustannukset €/vuosi	
POISTO					7,94 €	8 736,56 €	
KORKO					3,57 €	3 931,45 €	
SÄILYTYS	8,1% *	20 m2	*188€/m2		0,28 €	304,56 €	
VAKUUTUS					0,25 €	275,00 €	
KIIINTEÄT KULUT YHTEENSÄ €/VUOSI					12,04 €	13 247,57 €	
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET							
POLTTOAINEEN KULUTUS		11,5 l/h	0,78 €/l		8,94 €	9 829,05 €	
VOITELUAINEET		0,12 kg/h	2,4 €/kg		0,29 €	316,80 €	
Kunnossapito					4,77 €	5 241,94 €	
MUUTTUVAT KULUT YHTEENSÄ €/TUNTI					13,99 €	15 387,79 €	
KIIINTEÄT JA MUUTTUVAT KULUT YHTEENSÄ €/TUNTI					26,03 €	28 635,36 €	
AJAJAN PALKKA €/TUNTI	12,00 € /h	sivukulut	60,00 %	7,20 €	19 €	21 120 €	
KOKONAISHINTA					45,23 €	49 755 €	

KUVIO 10. 150 hv traktorin tuntikustannuslaskelma

Nykyisessä koneketjussa koneiden vetokone määräytyy koneen tehontarpeen mukaan. Niittomurskaimen, karhottimen ja käärimen käyttöön riittää 100 hevosvoiman tehoinen traktori. Paalain tarvitsee tehokkaamman 150 hevosvoimaisen koneen. Tällä jaolla koneiden vetämisen traktoriyön kustannus on määritetty eri koneille. Kuviossa 11 on esitetty koneketjun eri osat, niiden kustannukset, työsaavutus ja hehtaarikustannus. Koneketjun koneiden jälleenhankintahinnat ja työteho on otettu todellisen karjatilan tiedoista. Korjuuuala nykyisellä ketjulla työskennellessä olisi vuositasolla kahden niiton aloilta 2 x 37,5 ha ja kolmen niiton pelloilta 3 x 37,5 ha eli vuotuinen korjuuuala yhteensä 187,5 hehtaaria.

Koneketju 2						
		Kone 1	Kone 2	Kone 3	Kone 4	kone 5
		Niittomurskaus 3,5	Karhotin 9 m	combipaalin	paalin kanto	
Jälleenhankinta-arvo		28000	14000	76000	1000	
Käyttöaika		10	10	10	10	10
jäänösarvo %		20,00 %	20,00 %	20,00 %	20,00 %	20,00 %
Jäännösarvo	€	5600	2800	15200	200	0
Vuotuinen käyttö	ha	150	150	150	150	0
käyttö poistoaikana	ha	1500	1500	1500	1500	0
kunnossapito % (jälleehankinta-arvosta)		10,00 %	5,00 %	10,00 %	5,00 %	2,00 %
työteho	ha/h	3,5	6	2	4	0,5
työteho	min/ha	17,14286	10	30	15	120
käyttö /vuosi	h/v	42,85714	25	75	37,5	0
käyttö poistoaikana	h	428,5714	250	750	375	0
<u>Kiinteät kustannukset</u>						
Poisto	v	2240	1120	6080	80	0
Korko	v	840	420	2280	30	0
Säilytys m2	m2	20	20	20	0	0
säilytys	€/v	304,56	304,56	304,56	0	0
Kiinteät kulut	€/v	3384,56	1844,56	8664,56	110,00	0,00
Kunnossapito	€/v	2800	700	7600	50	0
traktorin tuntikustannus	€/h	45,25	35,23	45,25	35,23	45,25
kustannus traktorista	€/ha	12,93	5,87	22,63	8,81	90,50
kustannus traktorista	€/v	1939,285714	880,75	3393,75	1321,125	0
kulut yhteensä	€	8123,85	3425,31	19658,31	1481,13	0,00
kulut €/ha	€/ha	54,158971	22,835400	131,055400	9,874167	0,000000
kulut €/h	€/h	189,556400	137,012400	262,110800	39,496667	0,000000

KUVIO 12. Suunnitellun koneketjun kustannukset

Verrattaessa konelajeittain kustannuksia vertailemme hehtaarikohtaista kustannusta taulukossa 2. Niittomurskauksessa niittomurskaimen kiinteät kustannukset (poisto, korko, säilytys) ovat huomattavasti pienemmät edullisemmalla nykyisellä 3,2 metrin työleveyden niittomurskaimessa. Nykyinen 9,84 €/ha kustannus on alle puolet suunnitellun 3,5 metrin työleveydellä toimivan koneen 22,56 €/ha kustannuksesta. Kunnossapitokulut ovat edullisemmat edullisemmassa koneessa, koska ne lasketaan prosenttiosuutena jälleenhankintahinnasta (10 %). Vetotraktorin kustannus hehtaaria kohden muodostuu hieman erilaiseksi. Pienempää ja kevyempää 3,2 m niittomurskainta riittää vetämään edullisemman tuntikustannuksen 100 hv traktori. Vastaavasti aikaa kuluu enemmän hehtaarin niittämiseen, joten tehokkaamman niittomurskaimen traktorikustannus hehtaaria kohden on 1,16 euroa edullisempi (3,2 m murskain 14,09 €/ha ja 3,5 m murskain 12,93 €/ha). Kokonaiskustannus hehtaaria kohden laskettuna on yhden puolen niittävällä niittomurskaimella 31,40 €/ha ja vastaavasti 3,5 m menopaluumurskaimella 54,16 €/ha. Niittomurskaimen uudistaminen nostaisi tilan niittomurskauksen hehtaarikustannusta 22,76 €/ha.

TAULUKKO 2. Koneketjuvertailu koneittain CASE 1

	Niittomurskaus 3,2	Niittomurskaus 3,5	Karhotin 3,5m	Karhotin 9 m	paalain	combipaalain	käärin	paalin kanto
korjuuala ha	187,5	150	187,5	150	187,5	150	187,5	150
	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Poisto	5,97	14,93	1,07	7,47	6,40	40,53	2,13	0,53
Korko	2,24	5,60	0,40	2,80	2,40	15,20	0,80	0,20
säilytys	1,62	2,03	0,41	2,03	0,81	2,03	2,44	0,00
Kiinteät kulut	9,84	22,56	1,87	12,30	9,61	57,76	5,37	0,73
Kunnossapito	7,47	18,67	0,67	4,67	8,00	50,67	1,33	0,33
kustannus traktorista	14,09	12,93	11,74	5,87	22,63	22,63	17,62	8,81
kulut yhteensä	31,40	54,16	14,28	22,84	40,24	131,06	24,32	9,87

Karhotuksessa vetotehon tarve ei muutu, koska sekä nykyinen että suunniteltu karhotin kulkisi tilan pienemmällä 100 hevosvoiman tehoisella traktorilla. Tilan nykyisen karhottimen markkina-arvosta johtuen nykyisestä koneesta ei juuri tule kiinteitä kustannuksia, vain 1,87 €/ha. Vastaavasti uudelle karhottimelle niitä tulisi 12,3 €/ha. Kunnossapitokustannuksessa ero on samassa suhteessa koska se lasketaan prosentilla jälleenhankinta-arvosta (5 %). Hehtaarikustannus traktorista on sen sijaan edullisemmalla karhottimella tasan kaksinkertainen verrattuna suunniteltuun karhotininvestointiin koska työtehokin olisi kaksinkertainen. Kokonaishehtaarikustannus tässäkin koneketjun osassa jää edullisemmaksi nostamalla nykyisen, jopa aika tehottoman, koneen käyttöastetta. Nykyisellä menetelmällä karhotuksen hehtaarikustannus on 14,23 €/ha ja suunnitellun investoinnin jälkeen se olisi 22,84 €/ha. (Taulukko 2)

Loput koneketjun palaset käsitellään yhdessä, koska ovat niin kiinteästi yhteydessä toisiinsa. Molemmissa toteutustavoissa tehokkaampi traktori on valjastettu paalaimen tai yhdistelmäpaalaimen eteen. 100 hevosvoimaisella traktorilla hoidetaan käärintä ja paalien varastointi tai yhdistelmäpaalauksen jälkeen pelkkä varastointi. Paalauksesta ja erillisestä käärinnästä muodostuu esimerkkitalamme kiinteää kustannusta 14,98 €/ha (9,61 €/ha + 5,37 €/ha). Vastaavasti yhdistelmäpaalaus ja paalien kanto reunaan oman toimenpiteenään luo 58,49 €/ha (57,76 €/ha + 0,73 €/ha) kustannuksen. Kunnossapito kustannuksena on käytetty 10 % kunnossapitoprosenttia jälleenhankinta-arvosta, joka aiheuttaa merkittävän kustannuseron kunnossapitokuluihin. Erillisen paalaimen ja käärimen kunnossapitokulu hehtaaria kohden on 9,33 euroa. Vastaava luku yhdistelmäpaalaimelle on 51 euroa hehtaaria kohden. Paalaimen ja yhdistelmäpaalaimen työskentelynopeus on laskelmassa samansuuruisen, vaikka yksikköpaalain saattaisi olla jopa hieman tehokkaampi. Tämä johtuu siitä, ettei paalin siirtoa käärimelle tarvitse odottaa ja käärintärullien vaihtamiseen ei kulu paalaimen käyttöaikaa. Erillinen käärintä on puolet hitaampaa kuin käärittyjen paalien siirto suoraan varastoon, joten traktori-työn kustannus varastoinnissa on puolet enemmän nykyisessä, kuin suunnitellussa työtavassa. Verrattaessa paalauksen ja käärinnän kokonaishehtaarihintaa on ero 76,37 euroa hehtaaria kohden. Nykyisen paalauksen ja erillisen käärinnän hehtaarikustannus on 64,56 €/ha kun suunnitellun investoinnin jälkeen kulu nousisi 140,93 euroon hehtaaria kohden. (Taulukko 2)

Tilatason toiminnassa hehtaarikustannuksen ohella on olennaista hahmottaa kokonaiskustannus koko ketjun toiminnasta. Taulukossa 3 on esillä luvut kokonaiskuluista koneittain esitettynä. Kun koneiden käyttöastetta haluttiin parantaa, lisättiin nykyiselle ketjulle korjuupäiviä jakamalla puolet korjuualasta kolmen niiton strategiaan. Tästä johtuen nykyisellä koneketjulla (koneketju 1) korjattava pinta-ala on 187,5 ha vuodessa. Kokonaiskulu satokaudessa rehun korjuussa on tällöin 20 669 eu-

roa. Vastaavasti investoimalla uuteen koneketjuun (koneketju 2) korjuutehon nousun vuoksi säilörehu voitiin edelleen korjata kahden niiton strategialla ilman D-arvon laskua. Investointi nostaisi kuitenkin rehun korjauksen kokonaiskulua 12 020 euroa vuodessa, eli olisi tällöin 32 689 euroa vuodessa.

TAULUKKO 3. Koneketjun kokonaiskustannukset CASE 1

	koneketju 1	koneketju 2
niittomurskaus 3,2	5886,81	
Niittomurskaus 3,5		8123,85
karhotin 3,5 m	2678,02	
Karhotin 9 m		3425,31
paalain	7544,47	
Combipaalain		19658,31
käärin	4559,65	
paalien kanto		1481,13
yhteensä	20669	32689

Aika on yksi kriittisimmistä määreistä, kun mietitään miten koneketjun voi mitoittaa. Taustatutkimuksessa selvisi, että ajankäytöllisesti kriittisin piste on ensimmäinen korjuukerta. Jos ensimmäinen korjuukerta onnistuu jaksottamaan korjuukerrat, jaksotus säilyy myös toisen ja kolmannen korjuun osalle. Ensimmäisessä korjuussa aikaikkuna oli noin neljä – viisi päivää niittokertaa kohden. Nykyisellä koneketjulla jatkettaessa ensimmäiseen korjuuseen menisi aikaa 65 tuntia ($325 \text{ h} / 187,5 \text{ ha} * 37,5 \text{ ha}$) korjuustrategiaa kohden. Kahdella henkilöllä jotka pystyvät tekemään rehua 10 tuntia vuorokautta kohden aikaa menisi 3,25 päivää. Kymmenen tunnin työpäivässä satoa korjautuisi keskimäärin noin 12 hehtaarin alalta. Vastaavasti jos suunniteltu koneketju hankittaisi, olisi korjuupäiviä vuodessa huomattavasti vähemmän. Sen sijaan korjuukertaa kohden niitä olisi kuitenkin enemmän johtuen siitä että korjaus tapahtuisi kahdessa korjuukerrassa (1. ja 2. sato) jaetun strategian 5 korjuukertaan verrattuna. Kahden niiton strategiassa korjuukerta olisi kerätty keskimäärin 90 tunnin aikana, eli 4,5 työpäivän aikana. Pinta-alaa työpäivässä korjattaisi silloin noin 17 hehtaaria. (Taulukko 4)

TAULUKKO 4. Ajankäyttö koneketjuilla CASE 1

	koneketju 1	koneketju 2
niittomurskaus 3,2	75	
Niittomurskaus 3,5		43
karhotin 3,5 m	63	
Karhotin 9 m		25
paalain	93,75	
Combipaalain		75
käärin	93,75	
paalien kanto		37,5
yhteensä	325	180

6.2 CASE 2 – Työvoiman puute

Toisessa keississä tilalla on työvoimaa vain yksi henkilö. Miten korjuukustannus muuttuu ja riittääkö aika laadukkaasti rehun korjaamiseen? Lähtötilanne on siis sama kuin Case 1 tilalaskelmassa: Säilörehun vuotuinen korjuuala on 75 hehtaaria. Tila miettii jatkaako nykyisellä konekannalla ja palkkaa henkilön ajamaan tilan toista traktoria vai vaihtoehtoisesti ostaa Case 1 esimerkissä esitellyn koneketjun ja pyrkii tekemään rehun yhden henkilön resurssilla. Molemmilla koneketjuilla käytetään 3 + 2 strategiaa, eli puolet pinta-alasta korjataan kolmen niiton taktiikalla ja toinen puoli 2 niiton strategialla. Koneketjun 1 kustannukset ja ajankäyttö ei muutu Case 1 esimerkissä lasketusta, koska kuljettajan palkka oli määritetty jo niin korkeaksi että se riittää ulkopuolisen palkkaamiseen.

Hehtaariohittaiset kustannukset laskevat kahdesta korjuukerrasta kolmeen siirryttäessä, koska kiinteät kustannukset jakautuvat suuremmalle pinta-alalle. Olennaista kuitenkin on tarkastella vuotuis-kustannuksen vaikutusta tilan talouteen. Kuten kuviossa 18 voimme havaita kustannusero kasvaa jotta isommaksi siirryttäessä uudella ketjulla 2 + 3 menetelmän käyttäjäksi. Case 1 esimerkissä uudella koneketjulla korjattaessa vuotuinen kulu oli 12 020 euroa kalliimpi kuin nykyisillä laitteilla korjattuna. Vastaava ero kasvaa 13 903 euroon, eli kustannukset nousevat 1 883 euroa vuodessa. (TAULUKKO 3) (TAULUKKO 5)

TAULUKKO 5. Koneketjun kokonaiskustannukset CASE 2

	koneketju 1	koneketju 2
niittomurskaus 3,2	5886,81	
Niittomurskaus 3,5		8608,67
karhotin 3,5 m	2678,02	
Karhotin 9 m		3645,5
paalain	7544,47	
Combipaalain		20506,75
käärin	4559,65	
paalien kanto		1811,41
yhteensä	20669	34572

Case 2:ssa uuden koneketjun hankintaa perusteltiin työvoiman puutteella. Tavoite oli selvittää säilörehun korjuusta yhdellä henkilöllä. Vertailun perusteella panostaminen koneketjuun riittää välttämättä ratkaisemaan ajankäytöllistä ongelmaa (Taulukko 6). Ajankäytön kriittinen piste on ensimmäisen korjuun aikaikkuna. Taustatutkimuksen perusteella kahden eri strategian rinnakkaisessa käytössä se on 4 - 5 vuorokautta korjuustrategiaa kohden eli yhteensä korkeintaan 10 korjuupäivää. Tässä esimerkissä aikaikkuna riittää juuri ja juuri, koska korjuukertaan menee aikaa 45 tuntia (225 h / 187,5 ha * 37,5 ha). Tällöin kymmenen tunnin työpäiviä on 4,5. Sää- ja koneriski on kuitenkin suurempi kuin nykyistä koneketjua käyttämällä jossa korjuuta kohden menisi 3,25 työpäivää. (Taulukko 6)

TAULUKKO 6. Ajankäyttö koneketjuilla CASE 2

	koneketju 1	koneketju 2
niittomurskaus 3,2	75	
Niittomurskaus 3,5		54
karhotin 3,5 m	63	
Karhotin 9 m		31,25
paalain	93,75	
Combipaalain		93,75
käärin	93,75	
paalien kanto		47
yhteensä	325	225

6.3 CASE 3 – Yhteistyöllä säilörehun korjuuala suuremmaksi

Kolmannessa keississä lasketaan kuinka korjuukustannus muuttuisi jos Case 1 tila ryhtyy yhteistyöhön toisen vastaavanlaisen tilan kanssa. Tällöin vuotuinen korjuuala kasvaisi 150 hehtaariin vuodessa. Kummaltakin tilalta 1 henkilö osallistuisi rehunkorjuuseen, joten työvoimaa olisi yhteensä kaksi henkilöä. Vertailukohtana olisi siis nykyisen paalausketjun käyttö pelkästään omalla tilalla 2 + 3 strategialla (yhteensä 187,5 ha) tai vaihtoehtoisesti Case 1 esimerkissä kuvatuslaisen koneketjun hankkiminen yhteiskäyttöön yhteistyötilan kanssa 2 + 3 strategian mukaiseen käyttöön (yhteensä 375 ha).

Case 1 esimerkissä todettiin uuden koneketjun tulevan kustannuksiltaan huomattavasti suuremmaksi kuin nykyisen koneketjun. Keskeisin ongelma oli kiinteiden kustannusten merkittävä nousu suhteessa nykytilanteeseen. Kiinteiden kulujen nousu oli niin suurta, etteivät nopeutuneesta korjuusta saadut hyödyt kattaneet niitä. Case 3:ssa korjuualan kaksinkertaistaminen ja jakaminen 2 + 3 korjuustrategiaan muuttaa tilannetta ratkaisevasti. Niittomurskauksessa kiinteät kustannuksetkin laskevat alle lähtötason, kuten myös traktorin tuomat kustannukset. Niittomurskauksen kustannus laskee näin ollen 1,93 euroa hehtaaria kohden. Karhotuksessa kiinteät kustannukset jäävät edelleen korkeammalle kuin alkuperäisessä tilanteessa, mutta työn merkittävä tehostuminen tuo niin suuret säästöt, että kokonaiskustannus hehtaaria kohden laskee myös tässä vaihtoehdossa (1,62 €/ha). (Taulukko 7)

Paalauksen ja käärintöiden kokonaiskustannus nykyisellä ketjulla on yhteensä 64,56 euroa hehtaaria kohden. Lisääntynyt korjuuala laskee yhdistelmäpaalaimen ja erillisen paalien varastoon ajon hehtaarikustannusta niin että se on 75,23 euroa (CASE 1 140,93 €/ha). Keskeisin syy kustannusten laskuun on kiinteiden kustannusten jakautuminen suuremmalle korjuualalle. Työteknisesti yhdistelmäpaalaus on joustavampi koska paalien siirtoa varastointiin ei tarvitse tehdä samaan aikaan paalauksen kanssa. (Taulukko 7)

TAULUKKO 7 Koneketjuvertailu koneittain CASE 3

	Niittomurskaus 3,2	Niittomurskaus 3,5	Karhotin 3,5m	Karhotin 9 m	paalain	combipaalain	käärin	paalin kanto
korjuuala ha	187,5	375	187,5	375	187,5	375	187,5	375
	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Poisto	5,97	5,97	1,07	2,99	6,40	16,21	2,13	0,21
Korko	2,24	2,24	0,40	1,12	2,40	6,08	0,80	0,08
säilytys	1,62	0,81	0,41	0,81	0,81	0,81	2,44	0,00
Kiinteät kulut	9,84	9,03	1,87	4,92	9,61	23,11	5,37	0,29
Kunnossapito	7,47	7,47	0,67	1,87	8,00	20,27	1,33	0,13
kustannus traktorista	14,09	12,93	11,74	5,87	22,63	22,63	17,62	8,81
kulut yhteensä	31,40	29,42	14,28	12,66	40,24	66,00	24,32	9,23

Kokonaiskustannusta verrattaessa voidaan havaita kustannustasojen tulleen jo erittäin lähelle toisi-
aan. Koneketjussa 2 on mukana siis kahden tilan kustannus, joten luvut on jaettava kahdella, jotta
ne ovat vertailukelpoisia koneketjun 1 kanssa. Kokonaiskustannusta tarkastellessa nykyisen ketju jää
1 326,5 euroa edullisemmaksi kuin investointi uuteen ketjuun. Käytännössä yhteistyö toisen tilan
kanssa vähentäisi traktorin ja kuljettajan tarpeen yhteen henkilöön tilaa kohden. (Taulukko 8)

TAULUKKO 8 Rehunkorjauksen kokonaiskustannus CASE 3

	koneketju 1	koneketju 2
niittomurskaus 3,2	5886,81	
Niittomurskaus 3,5		11033
karhotin 3,5 m	2678,02	
Karhotin 9 m		4746
paalain	7544,47	
Combipaalain		24748
käärin	4559,65	
paalien kanto		3463
yhteensä	20669	43991

Ajankäytöllisesti tilanne on lähellä Case 2:sta. Korjuussa on käytettävissä kaksi henkilöä, mutta kor-
juualakin on kaksikertainen. Tällöin kriittinen piste on samalla tapaa ensimmäisessä korjuukerrassa,
jolloin korjuuseen kuluu aikaa 2 x 4,5 päivää (451 h / 375 ha * 75 ha) kahdelta henkilöltä. Nykyises-
sä vaihtoehdossa esimerkin tilalta pitäisi olla 2 henkilöä 16 päivänä töissä. Yhteistyössä toisen tilan
kanssa rehunkorjaukseen tarvitaan 1 henkilö tilaa kohden 23 päivänä kesässä. (TAULUKKO 9)

TAULUKKO 9 ajankäyttövertailu CASE 3

	koneketju 1	koneketju 2
niittomurskaus 3,2	75	
Niittomurskaus 3,5		107
karhotin 3,5 m	63	
Karhotin 9 m		62,5
paalain	93,75	
Combipaalain		187,5
käärin	93,75	
paalien kanto		93,75
yhteensä	325	451

7 TULOKSET

7.1 Keinoja korjuukauden jatkamiseen ilman sadon laadun heikkenemistä

Keskimääristä D-arvon kehitystä seurattaessa pyrittäessä D-arvoltaan 680–700 g/kg ka rehuun korjuupäiviä on ensimmäisessä korjuussa vain neljä. Olettaessa kasvupaikka ja maalaji huomioon korjuupäivä tulee jopa viikko lisää riippuen siitä mikä on eri maalajien ja kasvupaikkojen suhde tilakokaisuudessa. Lisäksi jos otetaan apiloiden huomattavasti hitaampi sulavuuden lasku huomioon korjuupäivien määrä lisii edelleen muutamalla. Sääoloissa kuukautta kohden sateettomia tai vähäsatteisia päiviä olisi keskimäärin noin 20.

Korjuustrategioissa puhutaan usein kahden tai kolmen niiton strategioista. Tämän tutkimuksen perusteella harkitsemisen arvoinen asia olisi kahden ja kolmen niiton strategian yhdistelmä. Tässä ajatusmallissa tilan pellot jaettaisiin kasvuominaisuuksien, maalajien ja kasvilaji ja –lajikevalintojen avulla selkeästi kahteen eri korjuustrategiaan. Tällä tavoin peltojen satopotentiaali saataisiin hyödynnettyä paremmin ja korjuupäiviä saataisiin satokaudelle huomattavasti lisää.

Ensimmäisen korjuun jaksottaminen kahteen erilliseen jaksoon jakaisi myös jälkikasvujen korjaamisen luontaisesti useampaan jaksoon. Kolmen niiton strategiassa toinen korjuu olisi heinäkuun lopussa ja kolmas korjuukierros elo-syyskuun vaihteessa. Kahden niiton strategian toinen niitto on elokuun alussa juuri ennen mahdollisia kokoviljasäilörehujen korjuuta.

Riskeistä keskeisin lienee sää. Tehokkaalla korjuuketjulla saadaan paljon rehua korjattua myös pienen poutajaksoon. Toisaalta tappio on merkittävä, jos on korjuussa merkittävä määrä rehua ja satutuukin työt keskeyttävä konerikko ja saapuvat sateet pilaavat korjattavaa satoa. Useammassa erässä tehtynä yhden korjauserän merkitys koko vuoden rehumäärässä vähenee.

7.2 Havaintoja konekustannuksista kolmessa keississä

Tämän tutkimuksen kaikki kolme keissiä on laadittu samalle tilalle jonka vuosittainen säilörehun korjuuala on 75 hehtaaria. Case 1 A kuvastaa tämän hetken tilannetta tilalla ja nykyisen koneketjun käytöstä syntyviä kustannuksia. Nykyisin tilalla on käytössä 2 traktoria kuljettajineen, hinattava 3,2 metrin työleveydellä oleva niittomurskain, 1 roottorinen karhotin sekä erilliset paalain ja käärin. Kallusto on käytettyä, mutta välitöntä korvausinvestointitarvetta ei ole. (TAULUKKO 10)

Vaihtoehtoissa CASE 1 B, CASE 2 ja CASE 3 on päätetty investoida uuteen säilörehun korjuukalustoon tehokkuuden parantamiseksi. Tällöin niittomurskain on 3,5 m työleveydellä oleva menopaluu niittomurskain, kaksiroottorinen 9 m karhotin työleveydellä ja paalauksessa paalainkäärin yhdistelmäkone. Lisäksi paalit ajetaan erillisenä työnä varastoon pellon reunaan. (TAULUKKO 10)

Case esimerkkien korjuustrategiat ja työvoima eroavat toisistaan. Esimerkissä CASE 1 B säilörehu korjataan kahden niittokerran strategialla, eli 75 hehtaaria korjuukertaa kohden, kun muissa keisseissä käytetään kahta eri korjuustrategiaa yhdessä. Tällöin 37,5 hehtaaria korjataan 3 niiton strategialla ja 37,5 hehtaaria 2 niiton strategialla. Henkilöresurssin osalta esimerkeissä CASE 1 A ja B on tilalta käytössä 2 henkilöä traktoreineen kun esimerkeissä CASE 2 ja 3 vain 1 Henkilö. CASE 3 tulee kuitenkin muistaa että kokonaiskorjuuala on 375 hehtaaria vuodessa koska säilörehu korjataan kahdelle tilalle yhteensä kahden henkilön työresurssilla. (TAULUKKO 10)

TAULUKKO 10. Säilörehun korjuukustannus työlajeittain eriteltynä

		case 1 A	case 1 B	Case 2	Case 3
Niittomurskaus	€/ha	31,4	54,16	45,91	29,42
karhotus	€/ha	14,28	22,84	19,44	12,66
Paalaus + käärintä	€/ha	64,56	150,93	119,03	75,23
korjuuala/tila	ha	187,5	150	187,5	187,5
vuosikulu	€	20670	34189,5	34571,25	21995,63

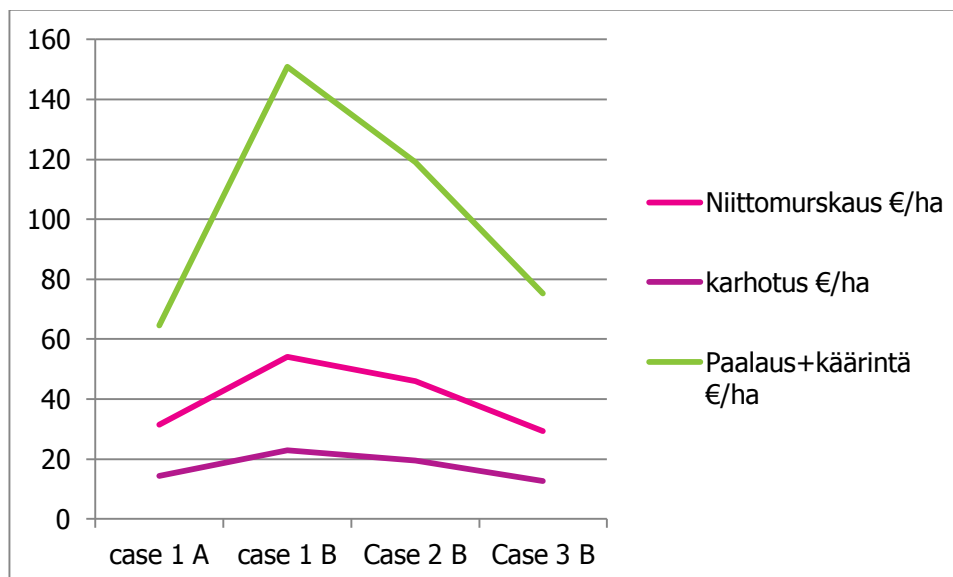
Verrattaessa eri korjuutöiden hehtaarikustannuksia keskenään voi havaita merkittäviä eroja. Niittomurskauksessa nykyisellä kalustolla maksaa 31,4 €/ha. Jos tila investoisi uuteen tehokkaampaan niittomurskaimeen (CASE 1 B), hehtaarikustannus nousisi 54,16 €/ha, vaikka koko säilörehuala saataisiin korjattua tehokkaasti kahdella niittokerralla. Säästäminen henkilöresurssissa laskee hieman hehtaarikustannusta, CASE 2 verrattuna CASE 1 B. Sen sijaan vuosikustannus nousee, koska puolellepellosta tehtävä 3 niiton korjuu nostaa kokonaiskustannusta enemmän kuin mitä säättö hehtaarikustannuksessa on. Investointi uuteen koneeseen tuli taloudellisesti järkeväksi, kun korjuupinta-alatuplataan nykyiseen säilörehun niittomurskauspinta-alaan nähden. Itseasiassa hehtaarikustannus (CASE 3) 29,42 €/ha on laskenut jo alle alkuperäisen 31,4 €/ha kustannuksen. Jos niittomurskauksen hehtaarikustannusta verrataan CASE 1 B vuosittaiseen 150 ha korjuualaan, 375 ha vuotuinen korjuuala laskee hehtaarikustannusta 24,74 €/ha. (TAULUKKO 10) (TAULUKKO 11)

Karhotuksen kustannuksia verratessa tilanne on hyvin samankaltainen. Nykyinen kone, vaikka on varsin tehoton, on edullisempi hehtaarikustannukseltaan sekä vuosikustannuksiltaan kuin kaksi kertaa tehokkaampi kone, vaikka korjuuala vähän pienenee tai pysyy samana. Koneen huomattavasti korkeammasta työtehosta tulleet säästöt eivät kata korkeampaa pääomakustannusta. Vasta kun karhotettavaan pinta-alaan tulee merkittävä nousu (CASE 1 A: 187,5 ha, CASE 3: 375 ha) hehtaari-kohtainen kustannus laskee alle nykytilanteen. Tehokkaamman karhottimen korjuualan tuplaaminen (CASE 2 ja CASE 3) laskee hehtaarikustannusta 6,78 €/ha eli 35 %. (TAULUKKO 10) (TAULUKKO 11)

Paalauksen yhteydessä suoritetaan erillinen paalien käärintä. Paalit ajetaan suoraan varastoon käärimellä. Jotta yhdistelmäpaalaus olisi vertailukelpoinen erillisen paalauksen ja käärinnän kanssa, on mukaan laskettu paalien varastoon ajo. Paalauksessa ja käärinnässä ei päästä missään CASE vaihtoehdossa nykyistä tapaa CASE 1 A edullisemmaksi. Korjuun tehostaminen (CASE 1 B) nostaa paalaus- ja käärintäkulun 2,3 kertaiseksi nykyvaihtoehtoon (CASE 1 A) verrattuna. Erillisen käärinnän poisjäänti ja korvautuminen nopealla muovitettujen paalien varastoinnilla nostaa paalaus ja käärintä

kustannuksen 64,56 €/ha (Case 1 A) 119,03 €/ha (CASE 2), eli kustannus 1,85 kertaistuu. Vasta pinta-alan kaksinkertaistuminen (CASE 3 verrattuna CASE 2) Auttaa laskemaan kustannuksen lähelle tilan nykyistä (CASE 1 A) tasoa, mutta jääden silti edelleen 10,67 €/ha (16,5 %) korkeammaksi. (TAULUKKO 10) (TAULUKKO 11)

TAULUKKO 11 Hehtaarikustannus työlajeittain eri Case -esimerkeissä



Ajankäyttö ja ajan tarve on keskeinen asia jonka täytyy olla resursoitu oikein, jotta säilörehunteko-
ketjun toimivuus olisi hyvä. Työvaiheiden on käytävä yhteen jotta ketjun kaikki palaset toimisivat yhteen. Lisäksi koneketju tulee olla mitoitettu niin että määritelty aikaikkuna riittää työn suorittamiseen. Laskelma ei sinänsä huomioi ajallisuuskustannusta, koska sen määrittäminen vakioarvoksi on erittäin haastavaa. Sovelluksen käyttäjän tulee se kuitenkin huomioida. Säilörehunteossa ajallisuuskustannusta voi tulla eri korjuuaikastrategioiden välillä ainakin kahta kautta: säilörehukorjuuketjun palasten sopimattomuudesta yhteen ja siitä ettei sadonkorjuuta ole tehty optimihetkellä. Ketjun toimimattomuudesta esimerkki voisi olla alitehoinen niittomurskain. Tällöin loppuketju ei voi toimia sillä teholla kuin sen voisi, koska ketjun ensimmäinen lenkki ei ole kyllin tehokas palvelemaan koko ketjun tehokkuutta.

Toinen kohta on ajoituksen onnistuminen. Säilörehun korjuun koneketju mitoitetaan useimmiten keskimääräisen tarpeen mukaan. Tällöin keskiarvosta poikkeavina vuosina voi tulla ajallisuuskustannusta, jos esimerkiksi korkean lämpösumman vuoksi optimikorjuuaika on lyhyempi kuin mitä koneketjun teho sadonkorjaukseen riittää. Toinen keskeinen ongelma mikä voi nostaa ajallisuuskustannusta, on koneketjun luotettavuus ja kestävyys. Pääomakuluissa säästäminen voi heikentää koneiden kestävyyttä, joka vaikuttaa toimintavarmuuteen. Koneiden korjauskustannusten nousu ei välttämättä ole suurin kustannustekijä rikkotilanteessa, vaan rehun meneminen ohi optimikorjuuajan ja se että koko koneketju on poissa työstä kunnes ketjun lenkki on korjattu tai korvattu toisella koneella.

Keissien perusteella suurin hyöty tehokkuudessa ja työnkäytössä tulisi, jos karhotin vaihdettaisiin tehokkaampaan. Hehtaaria kohden käytetty aika puolittuisi. Niittomurskauksessa investointi vähentäisi ajankäyttöä noin 28 % ja erillisen paalauksen ja käärintämuutoksen yhdenaikaiseen paalaukseen vähentäisi ajankäyttöä noin 42 %. Lisäksi Paalien varastointi ei olisi tässä vaihtoehdossa niin tarkasti määritelty milloin tehtäisiin. Ratkaisevinta ajankäytössä lienee kokonaistyöajan ja ennen kaikkea työajan henkilöö kohden tarkasteltuna. Kokonaistyöaika vaihtelee tilatasolla 325,5 tunnin (Case 1 A) ja 180,5 tunnin välillä (Case 1 B). Kun aikaikkuna riittää myös Case 1 A tapauksessa tämä kertoo sen, että tapauksessa CASE 2 B ketju on ylimitoitettu, jos säästyneelle ajalle ei ole muuta tuottavaa tekemistä. Ihmistyön arvona käytettäessä 19 €/h, säästyneen työajan arvo on 2 755 euroa vuodessa. (TAULUKKO 12)

TAULUKKO 12 Ajankäyttö eri Case -esimerkeissä

		case 1 A	case 1 B	Case 2 B	Case 3 B
Niittomurskaus	min/ha	24	17,2	17,1	17,12
karhotus	min/ha	20,16	10	10	10
Paalaus + käärintä	min/ha	60	45	45,00	45
korjuuala/tila	ha	187,5	150	187,5	187,5
vuosimäärä	h/v	325,5	180,5	225,4	225,375
tuntimäärä/henkilö	h/v	162,75	90,25	225,4	225,375

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Suomessa säilörehun keskimääräinen tuotantokustannus on vuonna 2013 ollut 20 senttiä (0,2 euroa) tuotettua kuiva-ainekilogrammaa kohden. Keskimääräinen sato on ollut samaan aikaan 6 500 kilogrammaa kuiva-ainetta hehtaaria kohden, kaikki korjuukerrat yhteen laskettuna. CASE laskelmissa säilörehun korjuun konekustannus hehtaaria kohden vaihtelee välillä 276 - 461 e/ha, keskimääräisellä hehtaarisadolla laskettuna 4,3 - 7,1 snt/kg ka. Säilörehun korjuun konekustannus vastaa näin ollen noin neljäsosaa kaikista säilörehun tuotantokustannuksista. Säilörehun korjuumäärät ovat nykyaikaisilla tiloilla varsin suuria, joten vaikutus tilan talouteen on myös merkittävä. Case tilojen vuotuinen korjuuala 75 hehtaaria tarkoittaa 2013 vuoden keskisadolla laskettuna noin 490 000 kg ka rehusatota vuositasona. Yhden sentin säästö tuotantokustannuksessa sadon määrän ja laadun kärsimättä tarkoittaa 4 900 euroa rahaa vuodessa. Korjuualalle laskettuna summa on 65 euroa kustannussäästöä hehtaaria kohden. (ELLÄ, 2014)

Korjuupäivien lisäämisen kriittinen piste on säilörehun ensimmäinen korjuu kun tavoitellaan hyvää säilörehua, D-arvo 680 – 700 g /kg ka. Korjuupäiviä lisääviä seikkoja on useita, jos ne vain osataan hyödyntää. Keskeistä korjuupäivien lisäämisessä on tuntee tilan olosuhteet ja valita optimaaliset tuotantopanokset. Maalajien ja kasvupaikkojen mukaan optimoidut korjuustrategiavalinnat yhdistettynä oikeisiin kasvilajiin ja –lajikkeisiin valintoihin voi lisätä korjuupäiviä merkittävästi. Perinteiseen yhdellä strategialla toimimiseen verrattuna korjuupäivien määrä on mahdollista tuplata ensimmäisessä korjuussa, jos käytetään useampaa korjuustrategiaa rinnakkain.

Säilörehun tuotannossa tasapainoillaan määrän ja laadun välillä. Tässä tutkimuksessa asetettiin tiukka D-arvo tavoite 680 - 700 g/kg ka. Säilörehun kuiva-aine sato kasvaa D-arvon laskiessa. Lisää korjuupäiviä olisi mahdollista saavuttaa laajentamalla D-arvo tavoitteen esimerkiksi välille 670 - 710 g/kg ka. Tällöin korjuupäivien määrä teoriassa kaksinkertaistuisi ensimmäisessä teossa. Jos tilalla olisi jo valmiiksi käytössä 2 ja 3 korjuukerran strategiat rinnakkain korjuupäiviä ei tulisi kuitenkaan 16 lisää koska korjuukauden menisivät silloin jo ristiin. Huomioitavaa olisi myös se, ettei D-arvo tavoitteesta tarvitsisi silti tinkiä toisessa ja mahdollisessa kolmannessa teossa koska ensimmäisen sadon niitto määrää korjuurytmin myöhempiin korjuukertoihin.

Koneketjun mitoittamista ylisuureksi perustellaan usein sillä, että saadaan varmasti D-arvo tavoitteen mukaista rehua niinäkin vuosina kun sateet häiritsevät korjuuaikaan. Samoin perustein koneketjujen korvausinvestointien määrä on pidetty korkealla, jotta rehuketjun luotettavuus olisi huippuluokkaa. Olennainen kysymys näissä tapauksissa on, kuinka usein sää tai konerikko aiheuttaa viivästystä korjuuseen ja minkä verran? Lypsylehmän ruokinnassa 1 % D-arvon lasku tarkoittaa yhden viljakilon lisäystä ruokintaan vuorokaudessa. Tämän hetkiselä rehuohran noin 135 €/tn (RaisioAgro, 2016) hinnalla ruokintakustannuksen nousu on 13,5 snt/vrk/lypsylehmä. Esimerkkitalalla 75 lypsylehmän karjassa vuorokaudessa ruokintakustannus nousee vuorokaudessa noin 10 euroa. Olennaista on kuinka kauan D-arvoltaan alempiarvoista säilörehua on syötössä. Esimerkiksi jos yhden vuoden sadosta 25 % on D-arvoltaan 670 g/kg ka säilörehua, ruokintakustannus nousee noin 925 euroa ($1 \text{ kg} * 0,135 \text{ €/kg} * 75 \text{ kpl} * 25 \% * 365 \text{ vrk}$).

Uusien tehokkaiden koneiden pääomakustannusten hallitseminen ja kurissapitäminen edellyttää riittävän suuria korjuupinta-aloja. Jos tilan oma pinta-ala ei ole kyllin suuri kuolettamaan uuden kaluston kustannuksia, täytyy korjuupinta-alaa kasvattaa tavalla tai toisella. Onko ratkaisu urakointipalveluiden myynti tilan ulkopuolelle tai yhteistyö muiden tilojen kanssa, on tilakohtaisia ratkaisuja. Vaihtoehtoisesti voi myös pohtia ostavansa jonkun rehuketjun osan tilalle ostopalveluna, jolloin jo olemassa olevan kaluston käyttöaste nousee, koska sen käyttämiseen jää enemmän aikaa. Esimerkkitalan säilörehun korjuupinta-ala kasvoi 37,5 hehtaarista 75 hehtaariin. Karhotus ja käärintä hankittaisiin ostopalveluna, jolloin yksi henkilö tilalta voisi hoitaa niittomurskauksen ja paalauksen. Vaihtoehtona olisi myös ostaa urakoitsija vetämään omalla traktorillaan tilan karhotinta ja käärintä, jolloin urakointikustannus olisi todennäköisesti vielä pienempi ja olemassa olevaa kalustoa voitaisiin edelleen hyödyntää.

Työvoimakustannukset ovat pieni kuluerä säilörehun korjuukustannuksissa kokonaiskustannukseen verrattuna. Varsinkin uusilla koneketjuilla korjuuteho on korkea ja ihmistyön osuus hehtaaria kohden on pieni verrattuna muihin kustannuksiin. Pääomakuluiltaan edullisissa koneketjussa työvoimakulut olivat noin 30 % kun tehokkaimmilla koneilla päästiin noin 10 % työvoimakuluihin kokonaiskuluista. Täten työssä säästäminen korjuuketjun valinnassa ja mitoituksessa on väärä lähtökohta.

Säilörehuntuotannon konekustannusten laskentaan ja vertailuun ei ole saatavilla helppokäyttöistä laskentasovellusta. Tämän työn CASE koneketjujen kustannusten laskentaan laadittiin pelkistetty

laskentasovellus. Sovelluksella voi verrata kahden eri koneketjun kustannuksia ja kustannusrakennetta. Sovelluksen käyttöön liittyy kuitenkin muutama ongelma. Käyttämiseen tarvitaan varsin laajat taustatiedot sovelluksen ulkopuolelta ja tuloksien tulkinta täytyy tehdä ammattitaidolla, ettei väärää johtopäätöksiä pääse syntymään. Lisäksi sovellus ei sovellu kahden erityyppisen säilörehuketjun vertaamiseen vaan vertaaminen tulee tehdä samantyyppisten ketjujen kesken. Näistä seikoista johtuen sovellus ei nykyisessä muodossaan sovellu jaettavaksi yleiseen käyttöön. Jatkokehittämisellä sovellus palvelisi yrityksiä päätöksenteossa liittyen kustannustenhallintaan. Sovellukseen tulisi ainakin rakentaa valikot koneiden valintaan, traktorikustannus tulisi tulla automaattisesti konelaskelmiin ja sovelluksen tulisi olla hälytysrajat jos suunniteltu ketju ei toimisi kokonaisuudessaan yhteen.

9 PÄÄTÄNTÖ

Tämä työ osaltaan konkretisoi sen tiedon, mitä eri tahot ovat toistelleet maatalojen mahdollisuuksista. Keskiöön nousevat yrittäjäosaaminen ja johtaminen. Maataloilla pitäisi pystyä näkemään asioita yrittäjälähtöisesti. Nurmituotannossa on paljon mahdollisuuksia, joita ei osata vielä riittävästi hyväksikäyttää. Tutkimus on viime vuosina tuonut esille erittäin hyvin näitä asioita, kuinka nurmet kehittyvät ja miten erilainen nurmi toimii ruokinnassa.

Tutkimukseni osoittaa sen, että säilörehun tuotannossa huomion kiinnittäminen pelkkään hyvään D – arvoon ei kerro koko totuutta säilörehuntuotannon kannattavuudesta. Varsinkin niinä aikoina kun rehuvilja on edullista, kokonaisedullisin ratkaisu olisi optimoida korjuukaluston käyttöaste, koska korjuukustannuksessa saavutetut säästöt kattavat mahdollisen rehukustannuksen nousun. Ainakaan ylimääräisen kapasiteetin ylläpito ei ole järkevää riskien minimoinnin vuoksi.

Tulevaisuudessa maatalojen koneistusta ja konekapasiteetin käyttöastetta tulisi tutkia lisää. Säilörehun korjuuketjujen lisäksi tiloilla on mielestäni muutakin koneistuksen ylikapasiteettia. Maatalojen koneistus nähdään yksittäisinä asioina, kun mielestäni se tulisi nähdä kokonaisuutena. Mitä konetta tarvitaan ja minkä verran? Ennen kaikkea osaurakoinnin käyttö ratkaisuna siihen, että nykyinen kalusto riittää laajenevan tuotannon tarpeisiin, vaatisi lisää tutkimista.

Tämän työn puitteissa toteutettu laskuri ei alkuperäisistä ajatuksista huolimatta valmistunut sellaiseksi, että sitä voisi laittaa yleiseen jakeluun. Työn tekemisen aikana mieleen vahvistui käsitys että sellaisen tarve olisi varsin suuri. Sovelluksen rakenne pitäisi saada kuitenkin niin aukottamaksi, että ilman taustamateriaaliakaan, ei voisi tehdä virheellisiä johtopäätöksiä. Lisäksi erilaisten koneketjujen kustannusrakenteen vertaaminen olisi tärkeää.

Tämän työn tekeminen vahvisti myös oman maatilan johtamisessa tehtyjä valintoja oikeiksi. Tilallamme kasvatetaan emolehmiä ja lihanautoja. Säilörehu tehdään Case 1:ssä kuvatulla kalustolla. Erona tähän tilamme toiminnassa kuitenkin on, että korjaamme säilörehua usealla eri D-arvo tavoitteella ja lisäksi merkittävän määrän kokoviljasäilörehua. Esimerkistä poiketen tilallamme käytettävissä

sä oleva työvoima on vain yksi henkilö. Tästä huolimatta esimerkiksi sääoloiltaan haastavan kesän 2015 aikana korjasimme keissin mukaisen määrän rehua, ilman että ajankäyttö olisi tuottanut ongelmaa. Jos korjuualamme suurenee, koneketjun suurentaminen ei ole vaihtoehto. Tällöin työvoimaa tulee lisätä, joko palkatulla henkilökunnalla tai ostetun traktorityön muodossa, on järkevin tapa tehostaa toimintaa.

AHOKAS, Jukka. Energia akatemia. [Online] [Viitattu: 4. 2 2016.] <http://www.energia-akatemia.fi/attachments/article/54/TraktoritJaTyokoneet.pdf>.

AIV. 2015. AIV. [Online] Taminco Finland Oy, 2015. [Viitattu: 24. 11 2015.] <http://aiv.fi/rehunkorjuu>.

ELLÄ, Anu. 2014. Pro Agria Pohjois-Karjala. [Online] 24. 4 2014. [Viitattu: 8. 2 2016.] <https://pohjois-karjala.proagria.fi/ajankohtaista/3385>.

HALLIVUORI, Virva. 2013.

<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Artturikirjasto/Artturikoulutus/urakoitsijapassi/S%C3%A4il%C3%B6rehun%20laadun%20merkitys%20eri%20el%C3%A4inryhmille.pdf>. [Online] Valio, 24. 1 2013. [Viitattu: 22. 1 2015.]

HYRKÄS, maarit, SAIRANEN, Auvo, VIRKAJÄRVI, Perttu, SUOMELA, Raija. 2012.

<http://www.karpe.fi/materiaalit/karpekirjasto/paatosjulkaisu.pdf>. [Online] MTT Maaninka/MTT Ruukki, 2012. [Viitattu: 22. 1 2015.]

Kajaanin Ammattikorkeakoulu. Kajaanin Ammattikorkeakoulu Opinnöytetyöpakki. [Online] Kajaanin ammattikorkeakoulu. [Viitattu: 8. 2 2016.]

<https://www.kamk.fi/opari/Opinnaytetyopakki/Teoreettinen-materiaali/Tukimateriaali/Toimintatutkimus>.

KANGAS, Arjo, NISKANEN, Markku, SUOMELA, Raija, SAARINEN, Essi. 2011. [Online] 2011. [Viitattu: 24. 11 2015.]

<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituo%20tanta/Nurmikasvit/Nurmenviljelyn%20tehostaminen%20lihanautatilalla%20-%20Saارين%20Essi%20ja%20Suomela%20Raija.pdf>.

LAINE, Antti, HÖGNÄSBÄCKA, Merja, KUJALA, Marja yms. 2014. *MTT raportti 128: Virallisten lajikekokeiden tulokset 2006-2013 2. korjattu painos.* Jokioinen : MTT, 2014.

NOUSIAINEN, Juha, RINNE, Maarit, NYKÄNEN, Arja, KUUSONEN, Ulla, HELLÄMÄKI, Maria. 2001. *Nurmipalkokasvien tuotanto ja käyttömahdollisuudet - Professori Liisa Syrjälä-Qvistin juhlaseminaari 1.11.2001.* s.l. : Suomen nurmiyhdistys ry, 2001.

PAKARINEN, Kirsi. 2012. <http://www.karpe.fi/materiaalit/karpekirjasto/paatosjulkaisu.pdf>. [Online] MTT Maaninka, 2012. [Viitattu: 22. 1 2015.]

PALVA, Reetta. 2014. Säilörehu-urakoinnin hinnoittelu -kulut vs. kannattava liiketoiminta ? https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Artturikirjasto/Artturikoulutus/urakoitsijapassi/Hinnoittelu_Artturi_Nokia_270314.pdf. [Online] 27. 3 2014. [Viitattu: 1. 2 2015.]

PELTONEN, Sari, PUURUNEN, Tapani, HARMOINEN, Taina. 2010. *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö, Tieto tuottamaan 132.* Hämeenlinna : KAriston Kirjapaino Oy, 2010.

PIRINEN, Pentti, SIMOLA, Henriikka, AALTO, Juha, KAU KORANTA, Juho-Pekka. ym. 2012. *Tilastoja Suomen ilmastosta 1981-2010.* Helsinki : Ilmatieteen laitos, 2012.

RaisioAgro. 2016. Raisio agro viljakasvien hintakehitys. [Online] Raisio Agro oy, 9. 2 2016.

[Viitattu: 9. 2 2016.] <http://www.raisioagro.com/fi/web/fi/viljelykasvien-hinnat>.

RINNE, Marketta, HUHTANEN, Pekka, AURA, Erkki, TIRKKONEN, Leo, NOUSIAINEN, Juha, HELLÄMÄKI, Maria, MATTILA, Ilkka, NIKANDER, Hannele, VIRKAJÄRVI, Perttu, ISOLAHTI, Mika, JÄRVENRANTA, Kirsi. 2002. *Nurmen kilpailukyvyn parantaminen - Tutkimusohjelman päätösseminaari 18.4.2002.* s.l. : Suomen Nurmihdistys ry, 2002.

RÄSÄNEN, Henrik. [Online] [Viitattu: 6. 2 2016.]

http://www.hamk.fi/verkostot/kudos/menetelmat/Documents/4_Kvalitatiiviset_tutkimusmenetelmaet.pdf.

TERÄVÄINEN, Hannele, TOUKOLUOTO, Nina. 2014. *Isännän ja emännän maatalouskalenteri.* s.l. : ProAgria Keskusten liitto , 2014.

WILBERG, Eeva. 2009. [Online] 16. 2 2009. [Viitattu: 8. 2 2016.]

<https://www.jyu.fi/edu/laitokset/eri/opiskelu/opiskelu-info/prosem/laadullinen>.